



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

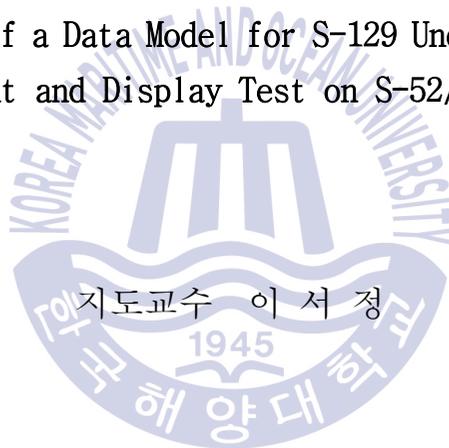
이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

S-100 묘화 단계를 따른 선저여유수심  
관리 데이터모델의 구현 및 S-52/S-57  
해도 기반 디스플레이 실험

Implementation of a Data Model for S-129 Under Keel Clearance  
Management and Display Test on S-52/S-57 SENC



2018년 2월

한국해양대학교 대학원

컴퓨터공학과

문창호

본 논문을 문창호의 공학석사 학위논문으로 인준함.



2017년 12월 19일

한국해양대학교 대학원

# 목 차

List of Tables .....	iv
List of Figures .....	v
Abstract .....	vi

제 1 장 서 론 .....	1
-----------------	---

## 제 2 장 관련 연구

2.1 S-100 표준 등장 배경 .....	4
2.2 S-100 표준의 데이터 모델 .....	5
2.3 S-100 표준의 묘화 단계 .....	7
2.4 선저여유수심관리 .....	8
2.4.1 선저여유수심관리 프로젝트팀의 모델링 결과 .....	9
2.4.2 선저여유수심관리 모델의 표출 시나리오 .....	12

## 제 3 장 S-100 묘화 단계를 따른 선저여유수심관리 데이터 모델의 구현

3.1 개요 .....	15
3.2 데이터 인코딩 .....	17
3.3 묘화 엔진 .....	22
3.3.1 입력문서 .....	23
3.3.2 XSLT 처리 과정 .....	25
3.3.3 묘화 라이브러리와 묘화 카탈로그 .....	28

3.4 드로잉 명령 집합 .....	31
3.4.1 드로잉 명령 .....	33
3.4.2 선 명령 .....	35
3.4.3 면 명령 .....	36
3.4.4 점 명령 .....	37
3.4.5 텍스트 명령 .....	38
<b>제 4 장 S-52/S-57 해도 기반 디스플레이 실험</b>	
4.1 S-52/S-57 기반 전자해도 .....	40
4.2 S129Viewer .....	41
4.3 실험 및 결과 .....	45
<b>제 5 장 결론 및 향후 연구</b> .....	50
<b>감사의 글</b> .....	51
<b>참고문헌</b> .....	52
<b>부록 A 선저여유수심관리 테스트 데이터</b> .....	54
<b>부록 B 선저여유수심관리 테스트 드로잉 명령 집합</b> .....	58

## List of Tables

Table 2.1	Different kinds of relationships .....	6
Table 2.2	Feature-specific rendering scenario .....	12
Table 3.1	File format and language used in portrayal process .....	16
Table 3.2	Example code of schema document .....	19
Table 3.3	Example code of data set document .....	21
Table 3.4	Example code of input document .....	24
Table 3.5	Symbol definition used in XPath .....	25
Table 3.6	Element used in XSL .....	26
Table 3.7	Components of portrayal library .....	28
Table 3.8	SVG code for UnderKeelClearanceControlPoint .....	29
Table 3.9	Type of instruction class .....	31
Table 3.10	Drawing priority of instructions .....	34
Table 3.11	Coordinate reference system in S-100 .....	37
Table 4.1	System configuration .....	45
Table 4.2	Implementation result for drawing instructions .....	48
Table 4.3	Issues to suggest to project team .....	49

## List of Figures

Fig. 2.1 Example of complex type and enumeration .....	5
Fig. 2.2 Portrayal model of S-100 standard .....	7
Fig. 2.3 Concept of under keel clearance .....	8
Fig. 2.4 Result of data modeling .....	9
Fig. 2.5 S129_NavigationArea model .....	10
Fig. 2.6 S129_ControlPoint model .....	11
Fig. 2.7 Rendering scenario .....	14
Fig. 3.1 Execution steps of portrayal process .....	15
Fig. 3.2 Data encoding process for UKCM model .....	17
Fig. 3.3 Operation process of portrayal engine .....	22
Fig. 3.4 Functions of XSL templates .....	27
Fig. 3.5 Components of rules .....	30
Fig. 3.6 Model of the drawing instruction package .....	32
Fig. 3.7 Two ways to fill surface .....	36
Fig. 3.8 Concept of offset .....	39
Fig. 4.1 Display result of S-52/S-57 ENC .....	40
Fig. 4.2 Flow chart diagram of S129Viewer .....	41
Fig. 4.3 Class diagram of S129Viewer .....	43
Fig. 4.4 Sequence diagram of S129Viewer .....	44
Fig. 4.5 Display result (scenario 1) .....	46
Fig. 4.6 Display result (scenario 2) .....	46

# Implementation of a Data Model for S-129 Under Keel Clearance Management and Display Test on S-52/S-57 SENC

Mun, Changho

Department of Computer Engineering  
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University

## Abstract

S-100, the next generation electronic chart standard, will be used as the Common Maritime Data Structure(CMDS) in e-Navigation and various product specifications based on S-100 are under development. Under Keel Clearance Management(UKCM) is included in the S-100 series as S-129, and the project team is working on development of product specification. In this paper, we perform the portrayal process of the S-100 standard for data model defined by the S-129 project team. Through the portrayal process, the data encoding of UKCM data is performed, and drawing instructions and related documents are generated. In order to test the results of the portrayal process, we implemented a software module that can render the UKCM model on the S-52/S-57 based chart. Then, We compared and analyzed the portrayal scenarios of the project team and the result screen of software module.

**KEY WORDS:** Under Keel Clearance Management; Portrayal Process; Drawing Instructions;

# S-100 묘화 단계를 따른 선저여유수심 관리 데이터모델의 구현 및 S-52/S-57 해도 기반 디스플레이 실험

문창호

컴퓨터공학과  
한국해양대학교 대학원

## 요약

차세대 전자해도 표준인 S-100은 이네비게이션 체계에서 공통 해상 데이터 구조로 활용될 예정이며 S-100 기반의 다양한 제품사양들이 개발 중이다. 선저여유수심관리는 S-129로 S-100 시리즈에 포함되었으며 프로젝트팀에서 제품사양 개발을 위한 활동을 진행 중이다. 본 논문에서는 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 정의한 데이터 모델을 기반으로 S-100 표준의 묘화 단계를 수행한다. 묘화 단계를 통해 선저여유수심 데이터의 인코딩 과정을 수행하고 드로잉 명령집합과 관련 문서들이 생성된다. 묘화 단계의 결과를 테스트하기 위해 S-52/S-57 기반의 해도에 선저여유수심관리 모델을 표현할 수 있는 소프트웨어 모듈을 구현하였다. 이후 선저여유수심관리 프로젝트팀의 표출 시나리오와 결과화면을 비교하고 분석하였다.

**키워드:** 선저여유수심관리; 묘화 단계; 드로잉 명령집합;

## 제 1 장 서 론

국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)는 해양 안전과 보안, 해양환경보호를 목적으로 이네비게이션 전략을 추진하고 있다. 이네비게이션은 선박 혹은 육상 측에 필요한 해양 관련 정보를 전자적인 수단으로 수집, 통합, 교환, 표현 및 분석하여 해양 관련 서비스들을 강화하고 안전한 항해를 지원하는 프로젝트이다. 이네비게이션 체계에서 선박 혹은 육상측 종사자들은 선박, 항해 및 해상 영역과 관련된 정보가 필요하다. 이 정보는 국제적으로 합의된 공통된 데이터 구조로 제공이 되어야하며 이를 위해 국제해사기구는 공통 해상 데이터 구조(CMDS, Common Maritime Data Structure)를 이네비게이션 수행 전략 계획(SIP, Strategy Implementation Plan)에 포함하였다. 국제해사기구는 이네비게이션 추진을 위해 국제수로기구(IHO, International Hydrographic Organization)의 S-100 표준을 공통 해상 데이터 구조로서 채택하였다(IMO, 2008).

S-100 표준은 다양한 수로정보를 표현할 수 있는 지리 공간 표준으로 육상에서 사용되고 있는 지리 정보 표준인 ISO-19100 시리즈를 기반으로 한다. 기존 전자해도(ENC, Electronic Navigational Chart) 표준인 S-52, S-57 표준의 경우 3차원 정보, 해저 지형, 조석 등의 표현에 한계가 있으며 확장성이 부족하다. S-100 표준은 S-52, S-57 표준의 한계점을 보완하고 전자해도에 표시되는 정보 이외의 다양한 해양 정보를 표현할 수 있는 표준이다(박근홍, 2015). S-100 표준은 새로운 제품사양 제작을 위한 개발과정과 방법을 소개하며 전자해도 제품 사양인 S-101을 비롯한 다양한 S-100 시리즈들이 개발되고 있다. 각각의 제품 사양들은 S-102(수심측량), S-122(해상보호구역), S-127(해상교통관리)등의 고유한 번호를 부여받는다.

2015년 국제수로기구에서 선저여유수심관리에 대한 제품사양에 대한 논의가 이루어졌으며 2016년 S-129로써 S-100 시리즈에 포함되었다(IHO, 2015; IHO, 2016). 선저여유수심이란 선박의 가장 밑 부분과 해저 지형과의 거리를 의미하며 선저여유수심관리는 동적으로 변하는 환경요소에 대한 정보와 각 선박의 정보를 고려하여 선박별로 정확한 선저여유수심을 제공해주는 것이다. 화물을 운반하는 선박은 선저여유수심에 따라 최대허용 범위까지 화물을 적재할 수 있는 이점을 갖게 된다(AMSA, 2016). 선저여유수심관리의 제품사양 개발은 한국해양대학교 소프트웨어 공학 실험실과 호주해사청(AMSA, Australian Maritime Safety Authority), OMC International사 등(이하 선저여유수심관리 프로젝트팀)이 참여하고 있으며 요구사항분석, 데이터 모델링 등의 제품사양 관련 활동과 다양한 논의가 진행 중이다.

본 논문에서는 선저여유수심관리 제품사양 개발을 위해 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 정의한 데이터 모델을 기반으로 S-100 표준의 묘화 단계를 수행한다. 묘화 단계 수행을 위해 데이터 모델과 표출 시나리오를 분석하였으며 표준 문서를 통해 수행 과정과 방법 및 관련 기술들을 파악하고 연구하였다. 표준에 따라 데이터 인코딩을 수행하여 실험을 위한 데이터셋을 도출하였으며 드로잉 명령집합을 생성하기 위한 문서들을 정의하였다. 드로잉 명령집합은 피치가 전자해도에 어떤 모양으로 표현되어야 하는지에 대한 정보를 담는 XML 문서이다. 드로잉 명령집합은 XSLT 처리 과정을 통해 생성되며 해당 과정에 필요한 스타일시트 문서와 관련 SVG 이미지, 색상 정의 문서 등을 작성하였다. 데이터셋과 드로잉 명령집합이 생성되면 전자해도에 데이터 모델을 표출할 수 있다. 묘화 단계의 결과물들을 테스트하기 위해 S129Viewer를 구현하였다. S129Viewer는 데이터셋, 드로잉 명령집합, 관련 자원들을 입력받아 S-52/S-57 기반 전자해도에 선저여유수심관리 모델을 표출하는 소프트웨어 모듈이다. S129Viewer의 결과화면과 선저여유수심관리 프로젝트팀의 표출 시나리오를 비교하고 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 관련연구에서는 S-100 표준의 정보 표현 방식에 대해 설명하며 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 개발한 데이터 모델링

결과와 예상 결과 화면에 대해 분석한다. 3장에서는 S-100 표준의 묘화 단계를 수행하여 관련 결과물들을 도출한다. 4장에서는 선저여유수심관리 모델을 표출할 수 있는 소프트웨어 모듈 구현과 테스트 결과를 설명하며 5장의 결론과 향후 연구로 마무리한다.



## 제 2 장 관련 연구

### 2.1 S-100 표준 등장 배경

S-57 표준은 1992년 제14차 국제수로 총회에서 공식 표준으로 승인되었다. S-57 표준은 2000년 3.1버전이 공개되었으며 이후 동결되어있는 상황이다. S-57 3.1버전은 국제해사기구에서 성능 표준을 정의한 전자해도표시시스템(ECDIS, Electronic Chart Data and Information System)을 대상으로 하는 표준이다. 따라서 다양한 수로데이터의 표현에는 한계점이 존재하며 다양한 첨단 요구사항을 만족시킬 수 없다(이희용, 2010).

이네비게이션 체계가 구체화되고 관련된 다양한 연구가 진행됨에 따라 다양한 해양 관련 정보에 대한 요구가 증가하였으며 전자해도표시시스템의 발달로 다양한 정보의 획득과 표현이 가능해졌다. S-100 표준은 다양한 해양관련정보를 표현하고 유연한 확장성을 만족시키기 위해 육상 지리 정보 시스템 표준인 ISO 19100 시리즈를 참조하며 객체 지향 표기언어인 UML(Unified Modeling Language)을 활용하여 작성되었다(이희용, 2010). 2017년 4월 S-100 국제 수로 데이터 모델 3.0 버전이 공개되었으며 S-100 표준을 기반으로 전자해도 제품 사양인 S-101을 비롯한 다양한 제품사양들이 개발되고 있다(IHO, 2017a).

## 2.2 S-100 표준의 데이터 모델

S-100 기반 제품사양 개발은 요구사항 분석과 데이터 모델링, 데이터 분류, 인코딩 등의 과정을 거친다. 이후 제품사양은 국제수로기구의 최종승인을 거쳐 레지스트리에 등록된다(김효승, 2017). 데이터 모델링은 표현하고자하는 현실 세계의 객체를 분석하여 피처(Feature)로 분류하며 각 피처의 속성(Attribute)과 피처간의 관계(Relationship)를 도출하는 과정이다. 피처는 등대, 항구, 부이 등 특정 지점에 존재하는 물체나 항로, 구역 등의 범위가 될 수 있다. 속성은 피처의 정보, 특성을 나타내며 속성의 이름과 자료형을 갖는다. S-100 표준에서는 정수(Integer), 실수(Real), 논리(Boolean), 시간(Time) 등의 단순 자료형(Simple type), 두 개 이상의 속성으로 이루어진 복합 자료형(Complex type) 혹은 유효한 속성값들을 미리 정의하여 사용하는 열거형 자료형(Enumeration type) 등의 자료형을 제공한다. Fig. 2.1은 S-100 표준에 수록된 복합 자료형과 열거형 자료형의 사례를 보여준다.

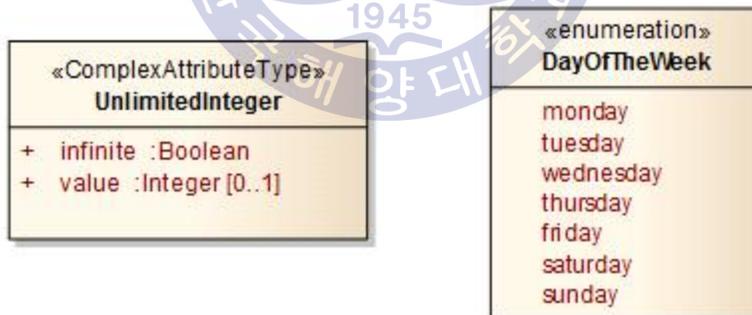
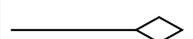


Fig. 2.1 Example of complex type and enumeration

관계는 피처간의 지속적이고 정적인 관계를 말하며 다른 피처를 참조한다거나 피처간의 정보교환이 있는 경우이다(윤청, 2014). S-100 표준에는 연관(Association), 일반화(Generalization), 집합연관(Aggregation), 합성연관(Composition) 등의 관계가 있으며 각 관계의 표기는 Table 2.1과 같다.

**Table 2.1** Different kinds of relationships

표기	이름	설명
	Association	두 객체 간 참조가 이루어지는 관계
	Generalization	한 객체가 다른 객체의 부모 혹은 자식이 되는 관계
	Dependency	한 객체가 다른 객체의 요소를 사용하는 관계
	Refinement	추상화 수준의 변화를 나타내는 관계
	Aggregation	한 객체가 다른 객체의 전체 혹은 부분이 되는 관계
	Composition	Aggregation의 특수한 경우로 전체에 해당하는 객체가 소멸될 때 부분에 해당하는 클래스도 함께 소멸되는 관계

정보타입(Information Type)은 피처와 관련된 정보를 속성으로 갖는 객체로 피처와 마찬가지로 속성과 관계를 갖는다. 정보타입은 독립적으로 사용되기보다 하나 이상의 피처와 관계를 갖고 피처에 대한 정보 표현을 돕는 목적으로 사용된다. 도출된 피처, 정보타입, 속성, 관계는 UML로 표현된다.

### 2.3 S-100 표준의 묘화 단계

Fig. 2.2는 S-100 표준의 묘화 모델이다(IHO, 2017a). 묘화 모델은 데이터 모델에 따라 인코딩된 피쳐 데이터가 전자해도 화면에 출력되기까지의 과정을 포함한다. 묘화 모델은 드로잉 명령집합(Drawing Instructions)을 기준으로 묘화(Portrayal) 단계, 표출(Rendering) 단계로 나눌 수 있다. 드로잉 명령집합은 피쳐가 전자해도에 어떤 모양으로 표현되어야 하는지에 대한 정보를 담는 문서이다. 드로잉 명령집합에는 출력 형태(선, 면, 기호 등)와 출력 형태에 따라 필요한 드로잉 정보(선 굵기, 색, 기호 이름 등)에 대한 정확한 수치가 포함된다. 묘화 단계에서는 각 피쳐에 필요한 드로잉 정보를 매칭시켜 드로잉 명령집합을 생성한다. 표출 단계는 드로잉 명령 집합에 따라 화면에 피쳐를 표출하는 과정을 말한다.

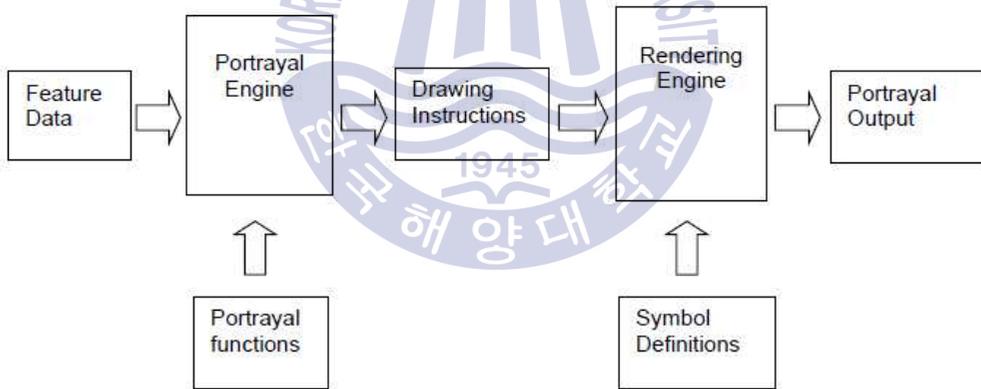


Fig. 2.2 Portrayal model of S-100 standard

## 2.4 선저여유수심관리

선저여유수심이란 선박의 가장 밑 부분과 해저 지형 사이의 높이로 선박 운항을 위해 요구되는 공간을 의미한다. 선저여유수심은 수심, 조위 등의 환경정보와 운항하는 각 선박의 정보를 고려하여 계산한다. 호주해사청은 선저여유수심의 제한을 1m 혹은 흘수값의 10%로 규정하고 있다. Fig. 2.3은 호주해사청에서 정의한 선저여유수심의 개념을 나타낸다(AMSA, 2016).

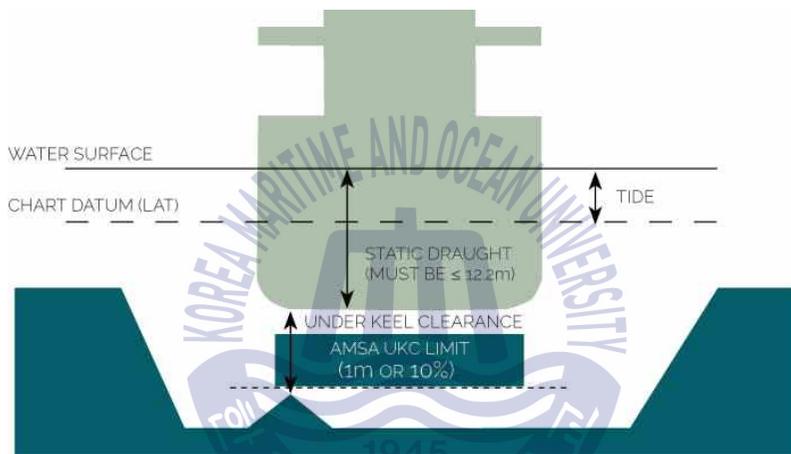


Fig. 2.3 Concept of under keel clearance

선저여유수심관리는 환경정보와 선박정보를 기반으로 정확한 선저여유수심 값을 계산하여 각 선박에게 제공하는 것으로, 안전운항을 돕고 화물 적재 효율성을 증진시키는 이점을 갖는다(김효승, 2017b). 이러한 이점으로 인해 선저여유수심관리 서비스는 현재 호주, 캐나다 등의 국가에서 실시하고 있다. 선저여유수심의 계산은 선저여유수심관리 프로젝트팀에 참여하고 있는 OMC International사의 계산방법을 적용하며 선박과 육상간의 정보교환을 위해 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 S-100 표준의 제품사양을 개발하고 있다. 국제수로기구는 선저여유수심관리를 S-129로써 S-100 시리즈에 포함하기로 결정하였다.

### 2.4.1 선저여유수심관리 프로젝트팀의 모델링 결과

선저여유수심관리 프로젝트팀은 관련 데이터를 S-100 표준 기반으로 제공하기 위해 요구사항 파악, 데이터 모델링과 다양한 활동들을 수행중이다. 2017년 6월 22일~23일 제주도에서 워크샵을 진행하였으며 데이터 모델과 전자해도에서의 표출에 관한 내용을 논의하였다(IHO, 2017b). 이 워크샵 결과로 Fig. 2.4의 데이터 모델이 도출되었으며 본 논문에서는 해당 버전의 데이터 모델을 기준으로 연구를 수행하였다.

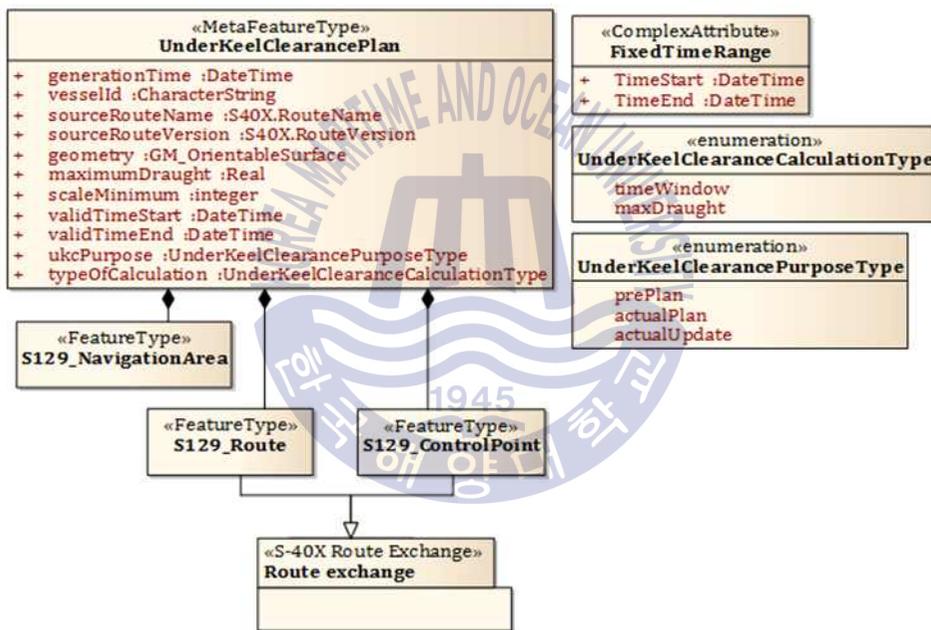


Fig. 2.4 Result of data modeling

#### (1) UnderKeelClearancePlan

메타피처는 데이터 세트내의 다른 피처들에 대한 정보를 다루는 피처로 실제 해도에는 표시되지 않는다. Fig. 2.4의 UnderKeelClearancePlan은 메타피처로 데이터 생성시간(generationTime), 선박 식별번호(vessellid) 등 선저여유수심관리

모델의 데이터셋을 설명하는 공통 정보들을 속성으로 갖는다. 3가지 종류의 피처인 S129\_NavigationArea, S129\_ControlPoint, S129\_Route와 합성연관 관계를 갖는다.

(2) S129\_NavigationArea

Fig. 2.4의 S129\_NavigationArea 피처는 해도에서 항해와 관련된 특정 구역을 나타내기 위한 피처로 Fig. 2.5와 같이 UnderKeelClearanceNavigableArea, UnderKeelClearanceNonNavigableArea 피처와 합성연관 관계를 갖는다. UnderKeelClearanceNavigableArea 피처는 선저여유수심을 계산했을 때 충분한 높이가 확보되어 운항하는데 안전한 구역을 표현하기 위한 피처이다. UnderKeelClearanceNonNavigableArea는 선저여유수심의 높이가 충분하지 않아 운항 시 위험이 발생할 수 있는 구역을 표현한다.

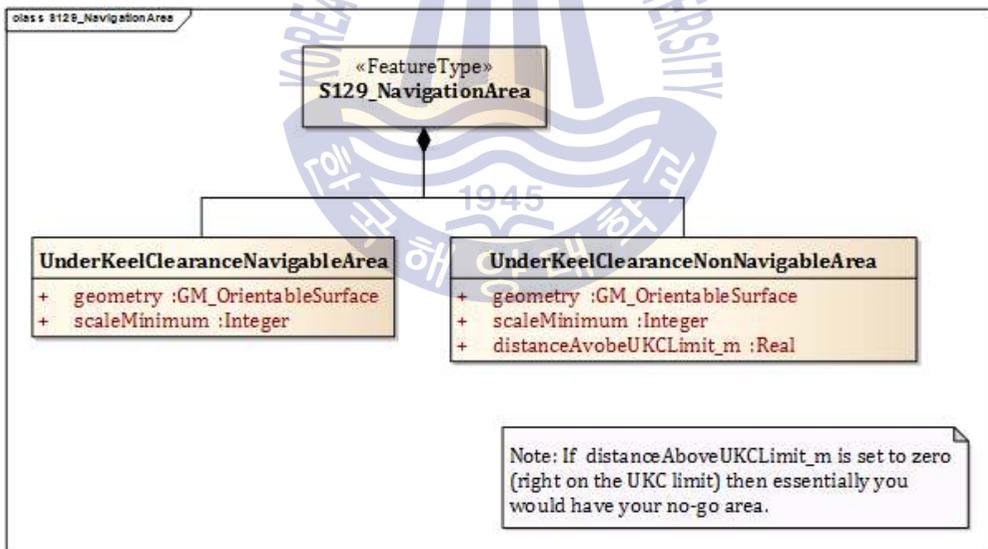


Fig. 2.5 S129\_NavigationArea model

### (3) S129\_ControlPoint

S129\_ControlPoint 피처는 항해경로에서 선박의 진행 방향이 변하는 기준점으로 피처의 구조는 Fig. 2.6과 같다. UnderKeelClearanceControlPoint 피처는 기준점 자체를 표현하며 UnderKeelClearanceControlPointInformationBox 피처는 기준점과 관련된 정보를 다룬다. ETA는 선박이 기준점을 통과하는 예상 시간을 나타낸다. TimeWindowOpen은 기준점을 통과할 수 있는 가장 빠른 시간을 말하며 TimeWindowClose는 가장 늦은 시간을 말한다. 즉, 선박은 TimeWindowOpen과 TimeWindowClose의 시간 사이에 기준점을 통과해야 한다.

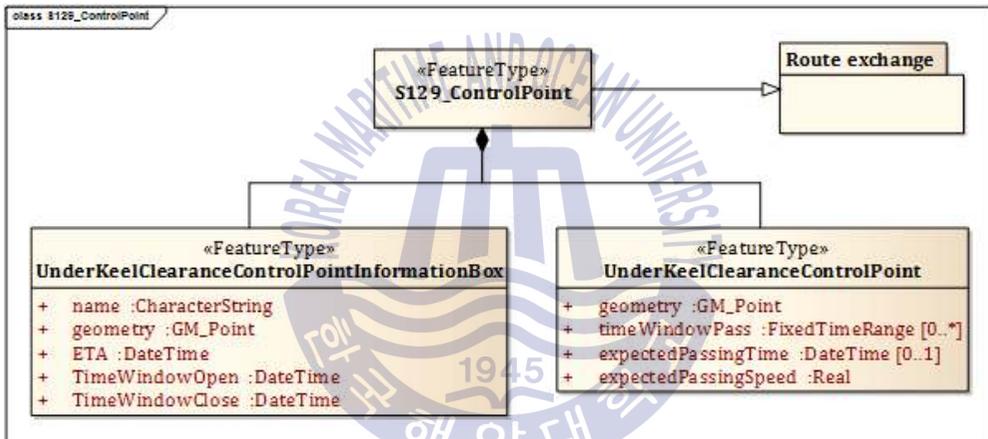


Fig. 2.6 S129\_ControlPoint model

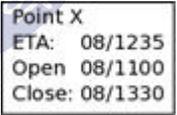
### (4) S129\_Route

S129\_Route 피처는 항해중인 선박의 항해경로를 나타내기 위한 피처이다. 선저여유수심관리 프로젝트팀에서는 항해경로의 경우 기존 경로교환형식인 RTZ(Route Exchange) 형식을 참고하거나 기존 전자해도표시시스템의 경로 제공방식을 따르는 방안을 고려하고 있다(MONALISA 2.0, 2016a, 2016b).

## 2.4.2 선저여유수심관리 모델의 표출 시나리오

선저여유수심관리 모델의 피쳐들은 Table 2.2와 같은 심볼로 표시한다. 이는 선저여유수심관리 프로젝트팀의 결정사항이다.

**Table 2.2** Feature-specific rendering scenario

Feature	Composition Feature	Symbology	Rendering Type
S129_Navigation Area	UnderKeelClearance NavigableArea	-	-
	UnderKeelClearance NonNavigableArea	 AlmostNoGoArea	Area
		 NoGoArea	Area
S129_Control Point	UnderKeelClearance ControlPoint		Symbol
	UnderKeelClearance ControlPoint InformationBox		Text
S129_Route	-		Line

S129\_NavigationArea 피쳐는 안전구역을 나타내는 UnderKeelClearance NavigableArea 피쳐와 위험구역을 나타내는 UnderKeelClearanceNonNavigable Area 피쳐로 분류한다. 선저여유수심관리 프로젝트팀에서는 안전구역은 위험구역을 제외한 나머지 구역으로 정의하고 전자해도 상에 표출하지 않도록 결정하였다. 위험구역은 UnderKeelClearanceNonNavigableArea 피쳐의 속성 중 하나인 distanceAboveUKCLimit\_m의 값에 따라 AlmostNoGoArea와 NoGoArea로 구분하여 표출한다. distanceAboveUKCLimit\_m 속성은 선저여유수심 제한으로부터 선

박의 가장 밑 부분까지의 높이를 의미한다. AlmostNoGoArea는 선저여유수심의 높이가 제한 높이(1m) 보다 높은 구역이며 distanceAboveUKCLimit\_m의 값이 0 보다 큰 값을 갖는다. 이 구역은 선박의 항해가 가능한 하지만 선저여유수심이 충분히 확보되지 않아 위험이 발생할 수 있는 구역을 뜻한다. NoGoArea는 distanceAboveUKCLimit\_m의 값이 0 이하이며 선저여유수심 높이가 제한높이보다 낮아 항해가 불가능한 구역을 의미한다. 전자해도에 표출될 때 두 구역은 다른 색으로 구분되어 그려지며 면의 형태로 표출된다.

S129\_ControlPoint 피처는 기준점을 나타내는 피처이다. 두 가지 피처로 분류되며 기준점 자체를 표현하는 UnderKeelClearanceControlPoint 피처와 기준점에 관련된 정보를 나타내기 위한 UnderKeelClearanceControlPointInformationBox 피처이다. 두 피처는 기준점 좌표 위에 각각 기호와 텍스트 형태로 표출된다. UnderKeelClearanceControlPointInformationBox의 경우 표출시 텍스트와 텍스트 배경이 해도의 다른 피처들을 가릴 수 있다. 선저여유수심관리 프로젝트팀에서는 이에 대한 방안을 고려하고 있으며 제품사양 명세가 완료되기 전 결정할 계획이다. S129\_Route 피처는 항해경로를 나타내며 전자해도에 선의 형태로 표출된다.

선저여유수심관리 모델의 피쳐들을 해도상에 출력하였을 때 예상 결과는 Fig. 2.7과 같다. 선저여유수심관리 프로젝트팀에서는 묘화 단계를 진행중에 있으며 현재 묘화와 관련된 정확한 수치들은 정의되지 않았다. 따라서 색(RGB 값), 기호의 크기, 텍스트 사이즈, 출력 우선순위 등은 변경될 수 있으며 실제 출력 결과와 시나리오의 화면이 다소 다를 수 있다. 본 연구에서는 2017년 6월 22~23일 진행된 워크샵에서 논의된 표출 예시(Table 2.2)에 근접하게 테스트용 수치들을 설정하였다.

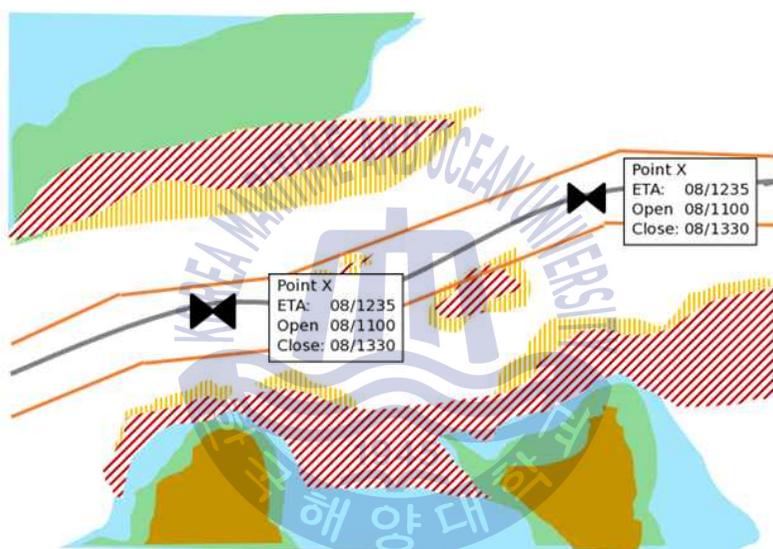


Fig. 2.7 Rendering scenario

## 제 3 장 S-100 묘화 단계를 따른 선저여유수심관리 데이터 모델의 구현

### 3.1 개요

본 장에서는 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 도출한 데이터 모델을 기반으로 S-100 묘화 단계를 수행한다. Fig. 3.1의 데이터 인코딩, 묘화 엔진, 드로잉 명령집합 문서 생성 과정이 포함되며 작업 내용과 결과물에 대해 설명한다.

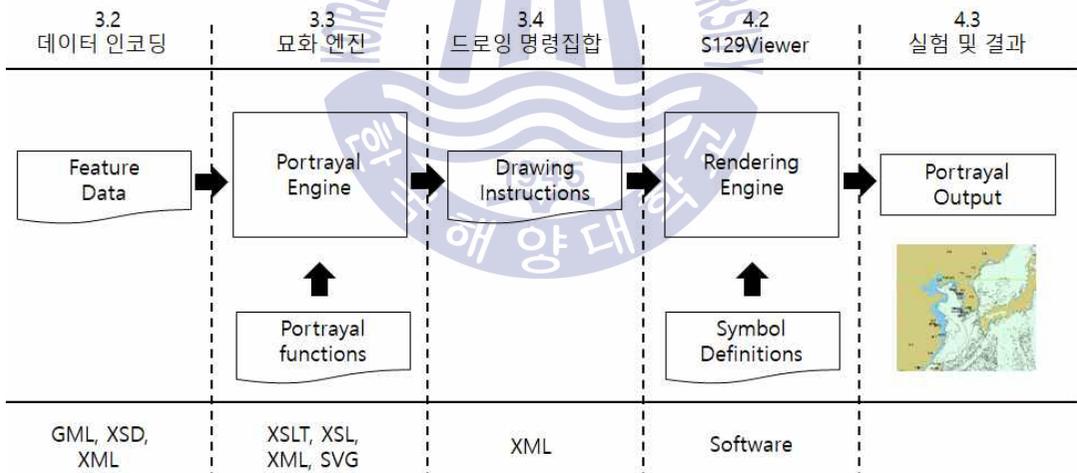


Fig. 3.1 Execution steps of portrayal process

묘화 단계의 결과물 혹은 관련 기술들은 다양한 파일 형식과 언어를 사용한다. Table 3.1은 묘화 단계에서 사용되는 언어 혹은 파일 형식을 설명한다.

**Table 3.1** File format and language used in portrayal process

이름	설명
XML	XML(eXtensible Markup Language)은 특수한 목적을 갖는 마크업 언어를 만드는데 사용되는 언어이다. 마크업 언어란 태그를 이용하여 문서나 데이터의 구조를 표현하는 언어를 말한다. XML은 W3C에서 개발하였으며 2008년 XML 1.0 Specification 문서가 정의되었다.
GML	GML(Geography Markup Language)은 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 정의한 지리적 요소를 표현하기 위한 XML 기반 언어이다.
XSD	XSD(XML Schema Definition)는 XML의 스키마를 정의하기 위한 언어이다. XML 문서의 구조를 정의하고 해당 문서에서 사용될 수 있는 엘리먼트와 속성을 명시한다.
XSLT	XSLT(eXtensible Stylesheet Language Transformations)는 기존 XML 문서를 새로운 문서로 변환하는데 사용하는 XML 기반 언어이다. 새로 생성되는 문서는 구조 혹은 사용되는 엘리먼트와 속성이 변할 수 있으며 파일형식이 바뀔 수도 있다.
XSL	XSL(eXtensible Stylesheet Language)는 XML의 표현 방식을 지정하는 언어이다. XSLT로 문서가 변환될 때 새로 생성되는 문서의 구조나 엘리먼트, 속성을 지정한다.
SVG	SVG(Scalable Vector Graphics)는 2차원 벡터 그래픽을 표현하기 위한 XML 기반 파일 형식이다.

### 3.2 데이터 인코딩

묘화 단계를 수행하기 위해 먼저 피쳐 데이터 형식의 결정과 인코딩된 데이터셋이 필요하다. 선저여유수심관리 프로젝트팀에서는 지리적 요소를 표현할 수 있는 GML 형식을 채택하였다(OGC, 2007). S-100 표준에서는 XML 외의 데이터 인코딩 방식에 대해 Part 10에서 다루고 있으며 ISO/IEC 8211(Part 10a), GML(Part 10b), HDF5(Hierarchical Data Format 5)(Part 10c)가 이에 해당한다. 본 절에서는 S-100 표준에 따른 GML 형식의 데이터 인코딩 방식에 대해 설명한다.

Fig. 3.2는 선저여유수심관리 모델의 GML 데이터셋을 인코딩하는 과정을 나타낸다. S-100 표준에서는 GML 형식의 데이터를 구성하기 위해 미리 정의된 스키마 문서를 활용하는 방식을 사용하고 있다. 스키마 문서는 사용될 정보의 요소, 속성, 구조 등을 나타내며 .xsd의 확장자를 갖는다. 스키마 문서를 참조하는 XML 문서는 스키마에 정의되어 있는 요소와 속성들을 사용하게 된다.

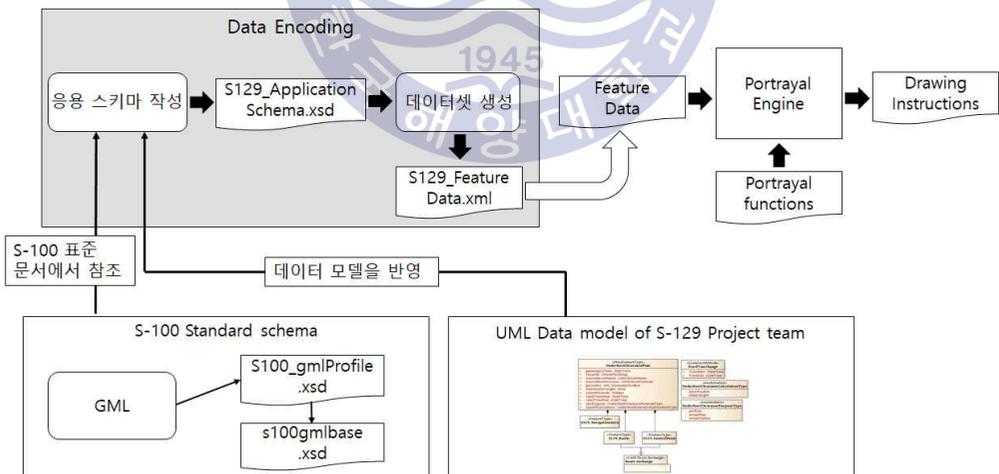


Fig. 3.2 Data encoding process for UKCM model

Fig. 3.2의 S100\_gmlProfile.xsd는 S-100 기반 제품에서 사용될 GML 요소들을 미리 정의한 XML 스키마 문서이며 해당 문서를 참조하여 S-100 요소들과 구조를 적용시켜 만든 스키마 문서가 s100gmlbase.xsd이다. 해당 문서들은 S-100 표준에 포함되어있다.

데이터 모델 결과인 UML과 s100gmlbase.xsd 문서를 이용해 선저여유수심관리를 위한 응용 스키마(application schema)를 만든다. 데이터 모델에서 도출된 피쳐, 속성, 관계 등을 작성하며 도출된 스키마의 일부는 Table 3.2와 같다. Table 3.2의 ①, ②는 s100gmlbase.xsd 참조하기 위한 구문이며 참조하는 문서의 요소를 사용하기 위해 S100:이라는 네임스페이스를 사용한다. ③은 네임스페이스 사용의 예로 면이라는 지리적 요소를 나타내기 위해 SurfacePropertyType 속성을 사용하였으며 이는 S100\_gmlProfile.xsd에 정의되어 있다. ④는 복합 자료형의 정의를 보여준다.



**Table 3.2** Example code of schema document  
(S129\_ApplicationSchema.xsd)

<pre> &lt;?xml version="1.0" encoding="utf-8" &lt;xs:schema ... xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:S100="http://www.iho.int/s100gml/1.0" &lt;←① &lt;xs:import namespace="http://www.iho.int/s100gml/1.0" schemaLocation="GML/s100gmlbase.xsd"/&gt; &lt;←② ... &lt;!--feature type--&gt; &lt;xs:complexType name="UnderKeelClearanceNonNavigableAreaType"&gt; &lt;xs:annotation&gt; &lt;xs:documentation&gt;UnderKeelClearanceNonNavigableArea&lt;/xs:documentation&gt; &lt;/xs:annotation&gt; &lt;xs:complexContent&gt; &lt;xs:extension base="S129_NavigationAreaType"&gt; &lt;xs:sequence&gt; &lt;xs:element name="geometry" type="S100:SurfacePropertyType"/&gt; &lt;←③ &lt;xs:element name="scaleMinimum" type="xs:integer"/&gt; &lt;xs:element name="distanceAboveUKCLimit_m" type="xs:double"/&gt; &lt;/xs:sequence&gt; &lt;/xs:extension&gt; &lt;/xs:complexContent&gt; &lt;/xs:complexType&gt; ... &lt;!--complex attribute type--&gt; &lt;xs:complexType name="FixedTimeRangeType"&gt; &lt;←④ &lt;xs:annotation&gt; &lt;xs:documentation&gt;FixedTime&lt;/xs:documentation&gt; &lt;/xs:annotation&gt; &lt;xs:sequence&gt; &lt;xs:element name="TimeStart" type="xs:dateTime"/&gt; &lt;xs:element name="TimeEnd" type="xs:dateTime"/&gt; &lt;/xs:sequence&gt; &lt;/xs:complexType&gt; ... </pre>	<div data-bbox="850 502 1111 637" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">         ①, ② s100gmlbase.xsd를 참조하기 위한 구문     </div> <div data-bbox="850 869 1166 966" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">         ③ GML 요소인 면을 자료형으로 사용하는 구문     </div> <div data-bbox="850 1275 1097 1371" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">         ④ 복합 자료형을 정의하는 구문     </div>
---	--

응용 스키마가 작성되면 응용 스키마의 구조와 형식에 따라 데이터셋을 생성한다. Table 3.3은 생성된 데이터셋의 일부를 나타낸다. ①을 통해 해당 문서가 S129\_ApplicationSchema.xsd 파일의 스키마 형식을 참조하며 GML 요소를 사용하기 위해 네임스페이스를 정의하였음을 알 수 있다. ②는 UnderKeelClearance NonNavigableArea 피처의 데이터 구성 사례를 보여준다. 해당 피처의 스키마는 Table 3.2에 정의되어 있으며 속성으로 geometry, scaleMimimum, distance AboveUKCLimit\_m을 갖는다. geometry 속성은 면이라는 지리적 요소를 나타내기 위한 속성으로 S100:SurfacePropertyType 형식으로 정의되어있으며 Table 3.3에서 ③과 같이 구성된다. S100:SurfacePropertyType은 면을 데이터로 표현하기 위해 면을 이루는 각 지점의 위도, 경도값을 포함하며 이는 ④와 같이 정의된다.

S-100 GML 인코딩 과정을 따라 도출된 데이터셋은 최종적으로 .xml 확장자를 갖는다. 데이터셋은 XML 문서이지만 표준에서 정의한 스키마 파일인 s100gmlbase.xsd, S100\_gmlProfile.xsd와 응용 스키마를 참조하여 GML 요소들을 포함한다.



**Table 3.3** Example code of data set document (S129\_FeatureData.xml)

<pre> &lt;?xml version="1.0" encoding="utf-8" &lt;Dataset xsi:schemaLocation="http://tempuri.org/XMLSchema.xsd S129_ApplicationSchema.xsd" ... xmlns:S100="http://www.iho.int/s100gml/1.0" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"&gt; ←① ... &lt;UnderKeelClearanceNonNavigableArea gml:id="nna1"&gt; ←② &lt;geometry&gt; &lt;S100:Surface gml:id="su3"&gt; ←③ &lt;gml:patches&gt; &lt;gml:PolygonPatch&gt; &lt;gml:exterior&gt; &lt;gml:LinearRing&gt; &lt;gml:posList&gt;129.0422 35.1019 129.0402 35.1031 ...&lt;/gml:posList&gt; ←④ &lt;/gml:LinearRing&gt; &lt;/gml:exterior&gt; &lt;/gml:PolygonPatch&gt; &lt;/gml:patches&gt; &lt;/S100:Surface&gt; &lt;/geometry&gt; &lt;scaleMinimum&gt;1&lt;/scaleMinimum&gt; &lt;distanceAboveUKCLimit_m&gt;1&lt;/distanceAboveUKCLimit_m&gt; &lt;/UnderKeelClearanceNonNavigableArea&gt; ... &lt;/Dataset&gt; </pre>	<p>① 스키마 문서 참조와 네임스페이스를 정의하는 구문</p>
<p>② 피처를 정의하는 구문 ③ 면을 정의하는 구문</p>	
<p>④ 면을 이루는 좌표 데이터를 표현하는 구문</p>	

### 3.3 묘화 엔진(Portrayal Engine)

묘화 단계는 피처에 따라 드로잉 정보를 매칭시켜 드로잉 명령집합을 생성하는 과정이다. Fig. 3.3은 묘화 엔진에서 수행하는 작업에 대해 설명한다.

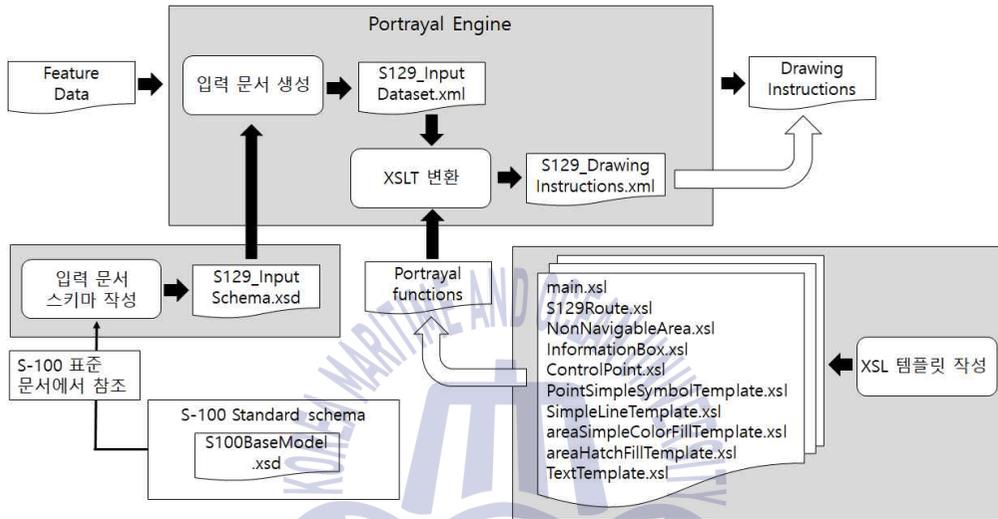


Fig. 3.3 Operation process of portrayal engine

Fig. 3.3의 피처 데이터는 3.2절에서 인코딩된 데이터셋을 의미하며 데이터베이스에 저장할 수 있다. 데이터셋 혹은 데이터베이스에서 묘화에 필요한 데이터를 선정하여 XML 형식의 입력(Input) 문서를 도출하며 입력 문서는 S-100 표준의 데이터 입력 스키마(Data Input Schema)를 참조한다.

Fig. 3.3의 묘화 엔진(Portrayal Engine)에서는 입력 문서의 정보에 묘화 함수(Portrayal Functions)를 사용하여 피처와 드로잉 정보를 연결시켜 드로잉 명령집합을 생성한다. 묘화 함수는 XSL 템플릿으로 표현하며 묘화 엔진에서는 입력 문서에 XSL 템플릿을 적용하여 XSLT 처리 과정을 수행한다. XSLT는 W3C(World Wide Web Consortium)에서 정의한 XML 기반 언어로 XML 문서를 다른 형태의 XML 문서로 변환하는 기능을 가진 언어이다. XSL은 XSLT 처리 결과로 출력될 XML 문서의 형식을 정의한다. XSLT 처리 결과로 드로잉 명령

집합이 생성된다. 본 절에서는 묘화 엔진에서 드로잉 명령집합을 생성하는 과정과 관련 기술에 대해 설명한다.

### 3.3.1 입력 문서

XSLT는 기존 XML 문서의 스타일을 변환하는 문서이며 변환을 위해 XML 형식을 갖는 데이터의 입력이 필요하다. 입력문서는 ISO/IEC 8211, GML, HDF5로 인코딩된 데이터 혹은 데이터베이스로 저장된 데이터들을 XML 형식으로 표현한 문서이다.

입력 문서를 생성하기 위해 입력 스키마를 정의한다. 입력 스키마는 피처, 공간(Spatial), 정보(Information)로 객체(object)를 분류하며 관계를 갖는다. 입력 스키마를 구성하기 위한 기본 객체들은 S100BaseModel.xsd 스키마 문서에 정의되어 있으며 해당 스키마 문서를 참조하여 입력스키마를 정의한다. 입력 문서는 입력 스키마에 지정된 형식에 따라 구성되며 피처이름, 아이디, 원시(Primitive) 값과 XSLT 과정에 필요한 속성들을 포함한다. 원시값은 해당 피처의 지리적 형태를 나타내며 point, curve, surface 등의 값을 갖는다. Table 3.4는 입력 문서의 예제로 ①은 UnderKeelClearanceNonNavigableArea 피처를 나타내며 ②는 UnderKeelClearanceControlPointInformationBox 피처의 입력 사례이다. UnderKeelClearanceNonNavigableArea 피처의 경우 distanceAboveUKCLimit\_m 값에 따라 면을 그리는 패턴과 색이 달라진다. 이 값은 XSLT 처리 과정에서 다른 템플릿을 적용시키기 위한 조건으로 사용되기 때문에 입력 문서에 포함된다. UnderKeelClearanceControlPointInformationBox 피처의 경우 name, ETA 등의 값들을 조합해 화면에 출력해야한다. XSLT 처리 과정에서 편집되어 출력될 최종 텍스트 형태를 만든다.

**Table 3.4** Example code of input document(S129\_InputDataset.xml)

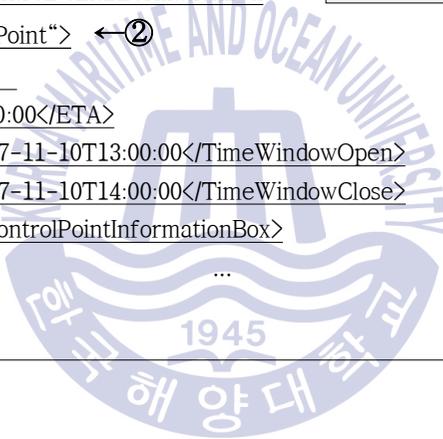
```

<Dataset xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="S129_InputSchema.xsd"
xmlns:s100="http://www.iho.int/S100BaseModel">

<Features>
<S129_Route id="curve1" primitive="Curve"/>
...
<UnderKeelClearanceNonNavigableArea id="su4" primitive="Surface"> ←①
<distanceAboveUKCLimit_m>0</distanceAboveUKCLimit_m>
</UnderKeelClearanceNonNavigableArea>
...
<UnderKeelClearanceControlPointInformationBox
id="point6" primitive="Point"> ←②
<name>Point 3</name>
<ETA>2017-11-10T13:30:00</ETA>
<TimeWindowOpen>2017-11-10T13:00:00</TimeWindowOpen>
<TimeWindowClose>2017-11-10T14:00:00</TimeWindowClose>
</UnderKeelClearanceControlPointInformationBox>
...
</Features>
</Dataset>

```

①, ② 입력 문서에서 피처를  
표현하는 구문의 사례



### 3.3.2 XSLT 처리 과정

표화 엔진에서는 입력 문서와 표화 함수를 사용하여 XSLT 처리 과정을 수행한다. XSLT는 XML 문서의 변환 기능을 수행하는 과정으로 입력 문서의 데이터에 스타일시트를 적용하여 데이터를 다른 구조로 출력한다. XSLT 처리 과정에서 처리기는 입력문서의 내부요소들을 탐색하며 XPath 기술이 사용된다. XPath는 스타일시트에 사용된 요소나 속성들을 찾기 위해 사용되며, /, \*, @ 등 특수한 기호를 통해 XML 문서에서 모든 유형의 정보를 탐색하는 기술이다. XPath를 통해 입력 문서의 엘리먼트나 속성 중 스타일시트에 정의된 템플릿과 일치하는 부분을 찾는다. Table 3.5는 XPath에 사용되는 기호들을 나타낸다(박요한, 2014).

Table 3.5 Symbol definition used in XPath

기호	설명
/	최상위 노드, 루트 엘리먼트
//	현재 위치와 모든 하위 요소에서 탐색
*	모든 엘리먼트
@	속성
.	현재 위치에서 탐색
..	현재 위치에서 상위 위치로 탐색
	or 연산자

스타일시트는 입력 문서가 어떤 형식으로 출력되어야 하는지에 대해 정의하는 문서로 CSS(Cascading Style Sheet), XSL 형식을 사용할 수 있다. S-100 표준에서는 CSS보다 복잡하고 다양한 기능을 지원하는 XSL을 사용한다. XSL은 템플릿 단위로 출력 문서의 서식을 관리하며 템플릿은 입력 문서의 특정 엘리먼트, 속성 등에 적용될 수 있다. Table 3.6은 XSL 문서에 주로 사용되는 서식 요소들을 나타낸다.

**Table 3.6** Element used in XSL

요소	설명
xsl:template	템플릿 생성, 정의
xsl:apply-templates	템플릿 적용 범위 지정
xsl:call-templates	템플릿 호출, 적용
xsl:element	엘리먼트 추가
xsl:attribute	속성 추가
xsl:with-param	템플릿 간 매개변수
xsl:value-of	엘리먼트, 속성의 값 지정
xsl:if	조건문 처리

Fig. 3.4는 XPath와 XSL 서식요소를 통해 템플릿이 적용되는 과정을 보여주며 선저여유수심관리 모델의 피쳐 중 S129\_Route를 예로 들었다. ①은 템플릿을 적용할 입력 문서의 엘리먼트를 찾는 과정이다. S129\_Route.xml 문서에서는 match 속성을 사용하여 엘리먼트명이 S129\_Route이고 primitive 속성값이 Curve인 엘리먼트를 찾아 템플릿을 적용한다. ②는 ①을 통해 찾은 엘리먼트를 대상으로 SimpleLineStyle.xml 문서에 정의된 SimpleLineTemplate이라는 템플릿을 적용하는 과정이다. 템플릿 호출과 함께 필요한 정보들을 매개변수로 넘겨준다. 이후 SimpleLineTemplate에 정의된 구조에 따라 S129\_Route의 드로잉 명령집합이 생성된다. XSLT 프로세서는 관련 오픈소스들이 다양하게 존재하며 본 논문에서는 Microsoft .NET Framework의 Xsl클래스를 이용해 처리과정을

수행하였다.

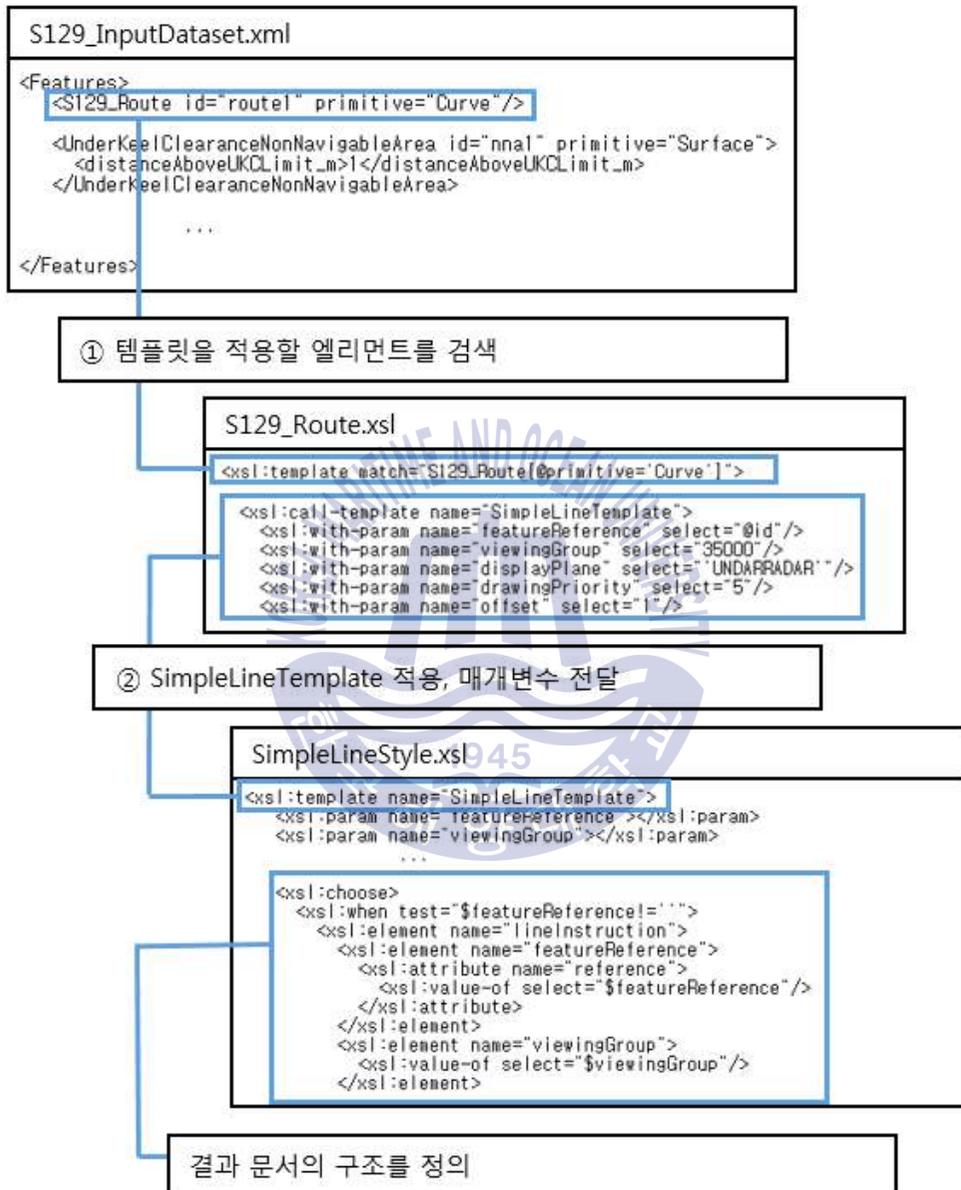


Fig. 3.4 Functions of XSL templates

### 3.3.3 묘화 라이브러리와 묘화 카탈로그

묘화 라이브러리는 묘화 모델 중에 사용되는 각종 자원으로 심볼 이미지, 색상, 글꼴 등을 포함한다. 묘화 카탈로그는 묘화 라이브러리의 각 자원에 대해 설명하는 문서로 자원 혹은 파일의 이름, 위치, 형식, 설명 등을 포함한다. S-100 표준의 묘화 라이브러리 구조는 Table 3.7과 같다(IHO, 2017a). 선저여유수심관리에서는 ColorProfiles, Symbols, Fonts, Rules를 사용한다.

**Table 3.7** Components of portrayal library

이름	설명
Pixmaps	픽스맵 이미지를 표현하는 XML 문서
ColorProfiles	색상 정보를 담은 XML 문서와 관련 CSS2 스타일 시트 파일
Symbols	SVG 이미지 파일
LineStylees	선 스타일을 정의하는 XML 문서
AreaFills	면을 채우는 방식을 정의하는 XML 문서
Fonts	트루타입글꼴 파일
Rules	XSL 템플릿 문서

#### (1) ColorProfiles

ColorProfiles는 묘화 과정에 사용되는 색상들을 정의한 문서이다. 각 색상은 토큰값과 수치값을 갖는다. 수치값은 RGB와 CIE(International Commission on Illumination) 1931 색공간 좌표체계로 나타낸다. 토큰값은 외부문서에서 수치값을 참조하는데 사용된다. 선저여유수심관리에서는 경로, 텍스트, 면 등의 요소에 색상이 사용된다. 문서는 XML 형태로 구성되며 S-100 표준의 s100ColorProfile.xsd 스키마를 참조한다.

## (2) Symbols

Symbols는 전자해도에 표현되어야하는 특수한 기호, 이미지를 말한다. S-100 표준에서는 SVG(Scalable Vector Graphics) 파일 형태로 Symbols를 구성한다. SVG는 2차원 벡터 그래픽을 표현하기 위한 XML 기반의 확장자이며, W3C에서 정의된 표준이다. 이미지의 왜곡이나 손상 없이 다양한 해상도 변화에 대응할 수 있는 장점이 있다(W3C, 2011). S-100 표준의 Appendix 9-C에는 SVG 이미지 정의에 대한 내용을 다루고 있다. 선저여유수심관리에서는 UnderKeelClearance ControlPoint 피처의 표현에 SVG 이미지가 사용된다. Table 3.8은 UnderKeel ClearanceControlPoint 피처를 표현하기 위한 SVG 문서이다. S-100 표준의 SVG는 mm단위를 사용하며 이미지의 중심 좌표가 (0, 0)인 특징을 갖는다.

**Table 3.8** SVG code for UnderKeelClearanceControlPoint

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
<svg xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" version="1.2"
baseProfile="tiny" xml:space="preserve"
style="shape-rendering:geometricPrecision; fill-rule:evenodd;"
width="12.32mm" height="6.32mm" viewBox="-6.16 -3.16 12.32 6.32">
<title>CONTROL01</title> <desc>S129 Control Point</desc>
<metadata>
<iho:S100SVG xmlns:iho="http://www.iho.int/SVGMetadata">
<iho:Description iho:publisher="IHB" iho:creationDate="2014-06-09"
iho:source="S52Preslib4.0" iho:format="S100SVG" iho:version="0.1"/>
</iho:S100SVG>
</metadata>
<rect class="symbolBox layout" fill="none" x="-6.00" y="-3.00" height="12.00"
width="6.00"/>
<rect class="svgBox layout" fill="none" x="-6.00" y="-3.00" height="12.00"
width="6.00"/>
<path d="M 0.00,0.00 L -6.00,-3.00 L -6.00,3.00 L 0.00,0.00 Z"
style="fill:#000000;"/>
<path d="M 0.00,0.00 L 6.00,-3.00 L 6.00,3.00 L 0.00,0.00 Z" style="fill:#000000"/>
<circle class="pivotPoint layout" fill="none" cx="0" cy="0" r="1"/>
</svg>
```

### (3) Fonts

Fonts는 전자해도에 사용되는 글꼴의 모음으로 트루타입 형식의 글꼴을 사용한다. ttf, tte의 확장자를 갖는다.

### (4) Rules

Rules은 XSLT 처리 과정에서 사용되는 XSL 스타일시트의 모음이다. 선저여유수심관리에 사용되는 스타일시트 문서는 10가지이며 Fig. 3.5와 같다. main.xml 문서는 템플릿 적용 범위를 지정하고 탐색한다. 탐색 중인 엘리먼트 중 Group 1의 템플릿을 적용할 수 있는 엘리먼트가 발견되면 해당 템플릿을 적용한다. Group 1의 템플릿에서는 매개변수를 통해 드로잉 명령집합을 구성하는데 필요한 데이터들을 Group 2의 템플릿으로 전달한다. Group 2의 템플릿에서는 매개변수를 전달받아 드로잉 명령집합의 구성에 따라 엘리먼트, 속성 등을 새로운 XML 문서에 출력한다.

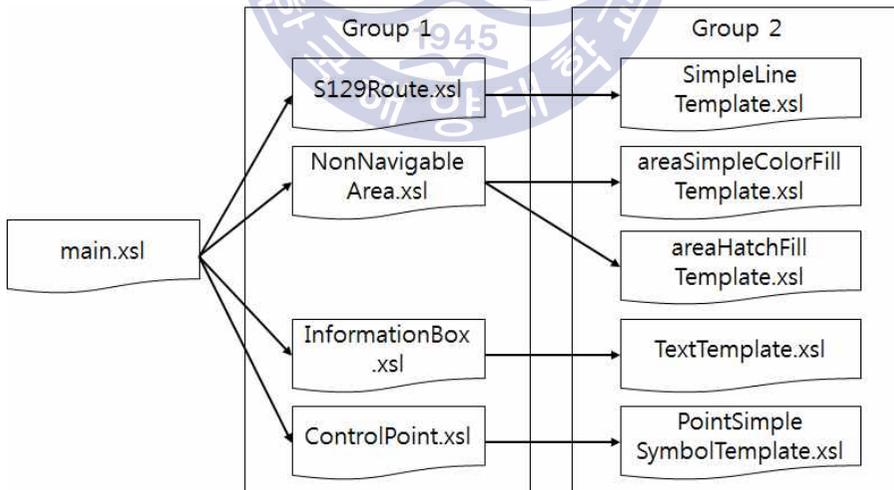


Fig. 3.5 Components of rules

### 3.4 드로잉 명령 집합(Drawing Instructions)

묘화엔진의 XSLT 처리 과정을 통해 드로잉 명령집합이 도출된다. 드로잉 명령집합은 피처에 따라 전자해도에 표현될 형상에 대한 데이터를 다루는 XML 형식의 문서이다. 형상은 피처 타입에 따라 결정되거나 룰에 따라 정의되며 형상의 유형에 따라 필요한 데이터들이 다르다. 본 절에서는 선저여유수심관리 모델의 피처들을 표현하기 위한 드로잉 명령집합에 대해 설명한다. 드로잉 명령집합은 S-100 표준의 드로잉 명령 패키지 모델(Model of the Drawing Instruction Package)에 따라 구성된다. 모델에서는 드로잉 명령 집합에 사용되는 데이터 구조를 클래스 다이어그램으로 나타내며 Fig. 3.6과 같다(IHO, 2017a).

Table 3.9는 선저여유수심관리 모델의 드로잉 명령집합에 사용되는 클래스들을 설명한다. DrawingInstruction 클래스는 모든 드로잉 명령에서 사용되는 공통된 속성들을 갖는다. 이후 형상의 유형에 따라 추가적으로 필요한 속성들은 자식 클래스에서 정의하여 사용한다. 각 클래스의 구조대로 드로잉 명령이 생성되며 드로잉 명령들로 구성된 XML 문서를 드로잉 명령 집합이라 한다.

Table 3.9 Type of instruction class

클래스명	구분	설명
DrawingInstruction	부모클래스	모든 드로잉 명령에 필요한 공통 속성들을 갖는 클래스
LineInstruction	자식클래스	선을 표현하기 위한 속성들을 갖는 클래스
AreaInstruction	자식클래스	특정 영역을 일정한 색이나 패턴으로 표현하기 위한 속성들을 갖는 클래스
PointInstruction	자식클래스	특정 지점에 특수한 기호를 표현하기 위한 속성들을 갖는 클래스
TextInstruction	자식클래스	텍스트를 표현하기 위한 속성들을 갖는 클래스

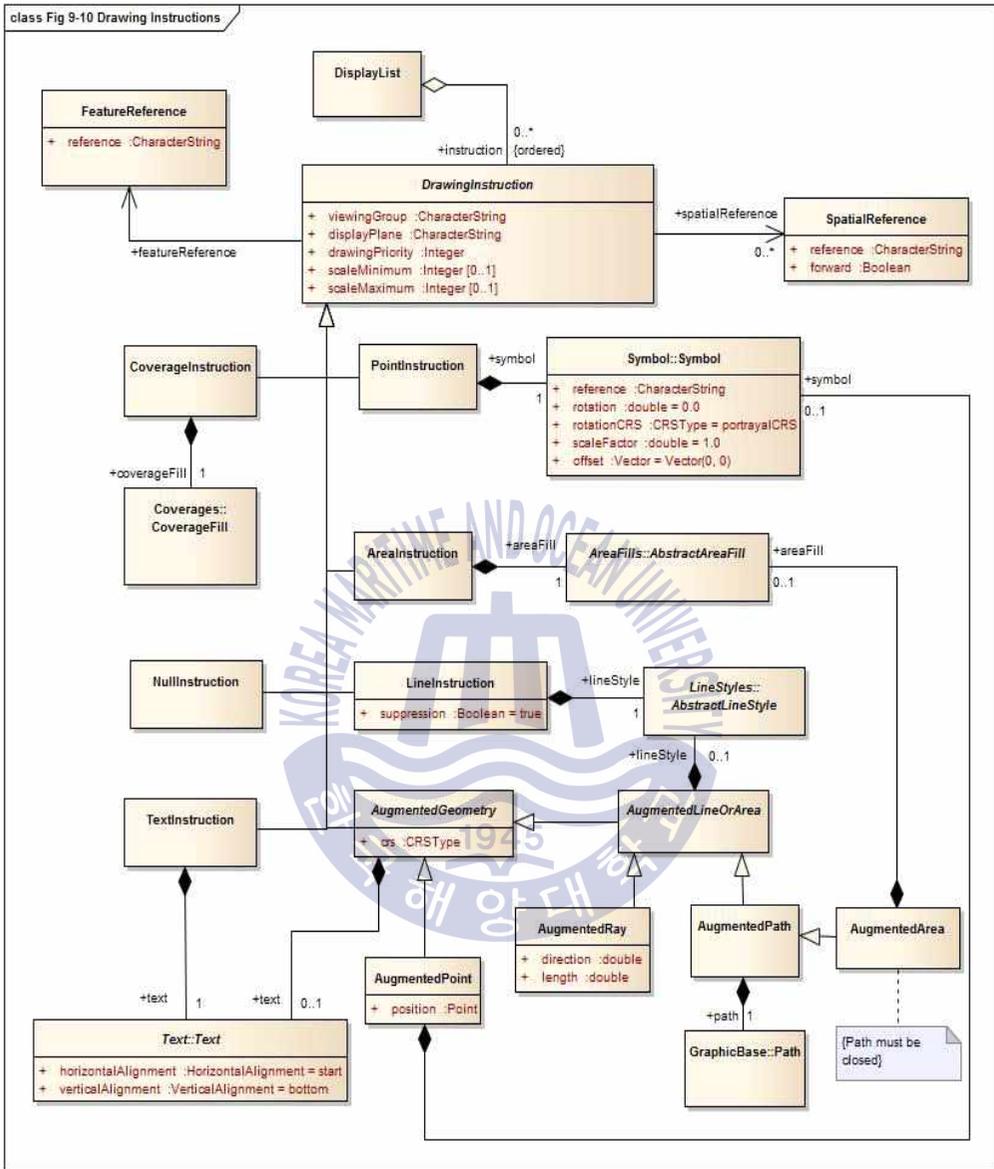


Fig. 3.6 Model of the drawing instruction package

### 3.4.1 드로잉 명령(DrawingInstruction)

Fig. 3.6의 DrawingInstruction 클래스에 속한 속성들은 형상의 종류에 상관없이 모든 드로잉 명령이 포함하는 항목이다. DrawingInstruction 클래스에 정의된 속성들은 다음과 같다.

#### (1) viewingGroup

뷰잉 그룹은 형상을 종류, 유형, 목적에 따라 구분한다. 뷰잉 그룹 값에 따라 전자해도에 데이터를 출력하거나 출력하지 않을 수 있으며 선원들은 필요한 정보 유형에 따라 데이터를 제어할 수 있게 된다. 뷰잉 그룹은 국제해사기구의 범주에 따라 분류된 5자리의 번호를 값으로 갖는다.

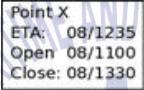
#### (2) displayPlane

해당 속성은 전자해도에 형상이 호출될 때 레이더 표시와의 관계를 나타낸다. 레이더 밑에 호출 되면 UNDARRADAR, 레이더 위에 호출되면 OVERRADER 값을 갖는다.

#### (3) drawingPriority

해당 속성은 전자해도에 형상이 호출될 때의 우선순위를 나타낸다. 정수형 자료형을 사용하여 우선순위를 표현하며 우선순위 값이 클수록 전자해도 상에서 위에 호출되어야 한다. 선저여유수심관리 모델의 형상 우선순위는 Table 3.10과 같다. 본 논문에서는 Fig. 2.7의 호출 시나리오대로 형상을 표현할 수 있도록 우선순위를 지정하였다.

**Table 3.10** Drawing priority of instructions

Instruction	Symbology	drawingPriority
Line		5
Area		3
		4
Point		6
Text		8

(4) scaleMinimum, scaleMaximum

형상은 전자해도에 호출될 때 축척에 따라 호출여부가 달라질 수 있다. 해당 속성은 형상이 호출되기 위한 최소 축척, 최대 축척의 값을 갖는다. 축척과 관계없이 항상 호출되는 경우 scaleMinimum과 scaleMaximum은 생략한다.

(5) featureReference, spatialReference

해당 속성은 드로잉 명령이 적용될 피처 혹은 공간을 연결하는 참조값을 갖는다. 피처 참조값은 피처의 아이디를 나타내며 렌더링 과정에서 피처 데이터를 찾기 위해 사용한다. 공간 참조값은 피처와 관련된 지형 데이터와 드로잉 명령을 매칭시킨다. 공간 참조값은 경우에 따라 사용되지 않을 수 있다.

### 3.4.2 선 명령(LineInstruction)

선 명령은 전자해도에 선 형태의 형상을 표출하기 위해 사용되며 선 스타일 패키지(Line Styles Package)를 포함한다. 선 스타일 패키지는 선을 나타내기 위한 관련 속성과 클래스들로 구성한다. 선저여유수심관리 모델에서는 항해경로를 나타내는 S129\_Route 피처가 선 명령을 사용한다. S129\_Route의 형상을 표현하기 위한 선 패키지 모델의 주요 속성과 클래스들은 다음과 같다.

#### (1) Pen 클래스

Pen 클래스는 width 속성과 Color 클래스로 구성된다. width 속성은 선의 두께를 나타내며 mm 단위를 사용한다. Color 클래스는 묘화 라이브러리의 ColorProfile을 참조하기 위한 토큰값과 투명도 값으로 구성한다.

#### (2) offset, capStyle, joinStyle 속성

선 스타일 패키지는 offset, capStyle, joinStyle 등의 속성을 포함한다. offset은 실제 좌표와의 변위차를 의미하며 capStyle은 선의 끝부분에 대한 처리 방법을 의미한다. joinStyle은 두 개의 선이 만나는 부분을 처리하는 방법을 의미한다. 이 속성들은 각각 0, butt, miter의 초기값을 갖으며 선저여유수심관리 모델에서는 초기값을 사용한다. 이 외에도 점선 형태를 나타내기 위한 dash 클래스, 특수한 심볼로 이루어진 선을 나타내기 위한 symbol 클래스 등이 있지만 선저여유수심관리 모델에서는 사용하지 않는다.

### 3.4.3 면 명령(AreaInstruction)

면 명령은 전자해도에 면 형태의 형상을 표현하기 위해 사용한다. 선저여유 수심관리 모델에서는 UnderKeelClearanceNonNavigableArea 피처의 표현에 면 명령을 사용한다. 면 명령에서 해당 피처의 표현은 colorFill 클래스와 hatchFill 클래스로 나누어 정의한다. Fig. 3.7은 colorFill 클래스와 hatchFill 클래스가 표현할 수 있는 면의 형상이다.

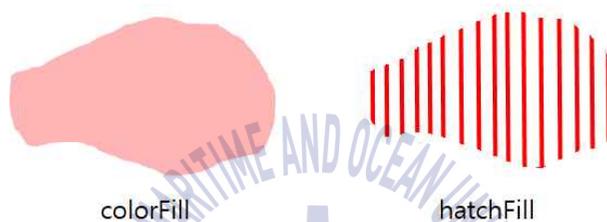


Fig. 3.7 Two ways to fill surface

colorFill 클래스는 면을 단순한 색으로 채워 표현할 때 사용하며 색상 톤값과 투명도를 속성으로 갖는 Color 클래스를 포함한다. hatchFill 클래스는 면을 빗금 형태의 패턴으로 채워 표현할 때 사용한다. hatchFill 클래스의 주요 속성과 클래스는 다음과 같다.

#### (1) direction, distance

direction 속성은 빗금의 방향을 나타내기 위해 사용한다. 벡터 형태의 데이터를 사용하며 x, y값으로 구성된다. distance 속성은 빗금 사이의 간격을 의미한다.

#### (2) Line Style

hatchFill은 면을 여러개의 선으로 채우는 방식이다. 선의 모양, 색상 등에 대한 정의를 하기 위해 선 명령에서 사용하는 선 스타일 패키지를 사용한다. 선 스타일 패키지의 Pen 클래스와 offset, capStyle 등의 속성들로 구성한다.

### 3.4.4 점 명령(PointInstruction)

점 명령은 전자해도의 특정 지점에 형상을 표현하기 위해 사용하며 심볼 패키지(Symbol Package)를 포함한다. 심볼 패키지는 특수한 기호를 나타내기 위한 관련 속성과 클래스들을 포함한다. 선저여유수심관리 모델에서는 Under KeelClearanceControlPoint 피처가 점 명령을 사용하며 점 명령의 주요 속성과 클래스들은 다음과 같다.

(1) reference

심볼 패키지는 특수한 기호를 나타내기 위해 묘화 라이브러리의 SVG 이미지를 사용한다. reference 속성은 SVG 이미지를 참조하기 위한 값으로 미리 정의된 식별자를 갖는다.

(2) rotation, rotationCRS

rotation 속성은 SVG 이미지의 회전 정도를 나타내며 rotationCRS는 회전을 위한 좌표참조시스템을 나타낸다. 두 값은 초기값으로 0, portrayalCRS 값을 갖으며 선저여유수심관리 모델에서는 초기값을 사용한다. S-100 표준에서 사용되는 좌표참조시스템은 Table 3.11과 같다(IHO, 2017a).

**Table 3.11** Coordinate Reference System type in S-100

이름	설명
geographicCRS	위도, 경도로 이루어진 축을 사용하는 체계, 각도는 실제 북쪽 방향을 기준으로 시계방향으로 측정
portrayalCRS	위쪽을 향하는 y축을 사용하는 데카르트 좌표체계, 각도는 양의 y축을 기준으로 시계방향으로 측정
localCRS	지형에 따라 축의 방향이 달라질 수 있는 데카르트 좌표 체계, 각도는 양의 y축을 기준으로 시계방향으로 측정
lineCRS	x축이 곡선의 방향을 따르고 y축은 x축과 수직인 좌표체계, 각도는 양의 y축을 기준으로 시계방향으로 측정

### (3) scaleFactor, offset

scaleFactor 속성은 SVG 이미지의 확대 정도를 나타내며 1의 초기값을 갖는다. offset 속성은 실제 좌표의 위치에서 이미지가 이동하여 그려지는 정도로 x 축, y축으로의 이동정도를 나타낸다. offset 속성은 초기값으로 0, 0 값을 갖는다. 선저여유수심관리 모델에서 두 속성은 초기값을 사용한다.

### 3.4.5 텍스트 명령(TextInstruction)

텍스트 명령은 전자해도의 특정 지점에 텍스트를 표현하기 위해 사용한다. 선저여유수심관리 모델에서는 UnderKeelClearanceControlPointInformationbox 피처가 텍스트 명령을 사용하며 텍스트 명령의 주요 속성과 클래스들은 다음과 같다.

#### (1) text

text 속성은 전자해도에 표현할 문자열 데이터 값을 갖는다. 선저여유수심관리 모델에서 전자해도 상에 표현해야할 문자열 데이터는 UnderKeelClearanceControlPointInformationbox 피처의 ETA, TimeWindowOpen, TimeWindowClose 속성의 값이다. XSL 스타일시트를 정의할 때 이 3가지 속성을 매개변수로 전달받고 XSL 문자열 처리 함수를 이용해 하나의 문자열 형태로 편집하여 text 속성으로 값을 넘겨준다.

#### (2) Font 클래스

Font 클래스는 글자 모양을 정의하며 serifs, weight, slant, proportion의 속성을 갖는다. serifs는 글자와 기호를 이루는 획의 일부 끝이 돌출된 형태인 세리프체의 사용여부를 의미한다. weight 속성은 글자의 굵기를 다루며 slant 속성은 글자의 기울임을 나타낸다. proportion 속성은 각 글자의 넓이에 대한 정의를 나타낸다.

### (3) offset

offset 속성은 실제 좌표 위치에서 이미지가 이동하여 그려지는 정도로 x축, y축으로의 이동정도를 나타낸다. Fig. 3.8은 UnderKeelClearanceControlPoint Informationbox 피처의 표현에 offset이 필요한 이유를 설명한다.

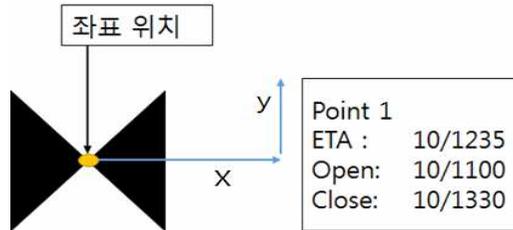


Fig. 3.8 Concept of offset

UnderKeelClearanceControlPointInformationbox 피처와 UnderKeelClearanceControlPoint 피처는 같은 좌표의 데이터를 갖는다. UnderKeelClearanceControlPoint 피처는 SVG 이미지로 Fig. 3.8 좌측의 기호로 표현되며 SVG 이미지로 표현될 때 이미지의 중심점은 좌표의 위치이다. UnderKeelClearanceControlPoint Informationbox 피처는 텍스트로 표현되며 기호에서 일정구간 떨어진 위치를 갖는다. 텍스트는 좌측상단을 기준으로 화면에 그려지며 좌표에서 x축 y축으로 일정 구간 이동한 위치를 갖는다. offset 속성은 좌표로부터 텍스트 기준점까지의 이동거리를 x, y 값으로 표현한다.

### (4) foreground, background

foreground와 background는 색상을 다루는 속성이다. foreground는 문자의 색을 의미하며 background는 배경의 색을 의미한다. Fig. 3.8을 보면 text 배경의 테두리가 검은색 선으로 형성되어있다. 하지만 S-100 표준의 텍스트 명령에는 테두리에 관련된 속성이나 클래스가 없어 드로잉 명령집합에 관련 사항을 포함시킬 수 없다. 테두리의 표현은 선저여유수심관리 프로젝트 팀의 향후 논의에 따라 수정될 수 있다.

## 제 4 장 S-52/S-57 해도 기반 디스플레이 실험

본 장에서는 3장의 결과로 도출된 드로잉 명령집합과 데이터셋을 이용하여 실제 전자해도에 선저여유수심관리 모델의 피쳐들을 표출하고 결과를 분석한다.

### 4.1 S-52/S-57 기반 전자해도

선저여유수심관리 모델의 피쳐들을 표출하기 위해 피쳐들이 그려질 대상 전자해도가 필요하다. S-100 기반의 전자해도인 S-101 해도는 현재 제품사양이 확정된 후 개발 단계에 있어 본 논문의 실험대상으로 활용하기 어렵다. 본 논문에서는 기존 전자해도 표준인 S-52/S-57 기반 해도를 활용하였다. Fig. 4.1은 S-52/S-57 해도의 출력화면이며 해도 데이터는 KR1G0000.000 파일이 사용되었다.



Fig. 4.1 Display result of S-52/S-57 ENC

## 4.2 S129Viewer

기존 S-52/S-57 기반의 전자해도 시스템은 S-100 기반의 데이터를 처리할 수 없으며 선저여유수심관리 서비스를 제공하기 위해 별도의 소프트웨어 모듈 구현이 필요하다. 본 논문에서는 S-52/S-57 기반 전자해도 위에 선저여유수심관리 모델을 표출하기 위한 소프트웨어 모듈인 S129Viewer를 설계하고 구현하였다. S129Viewer의 작업흐름은 Fig. 4.2와 같다.

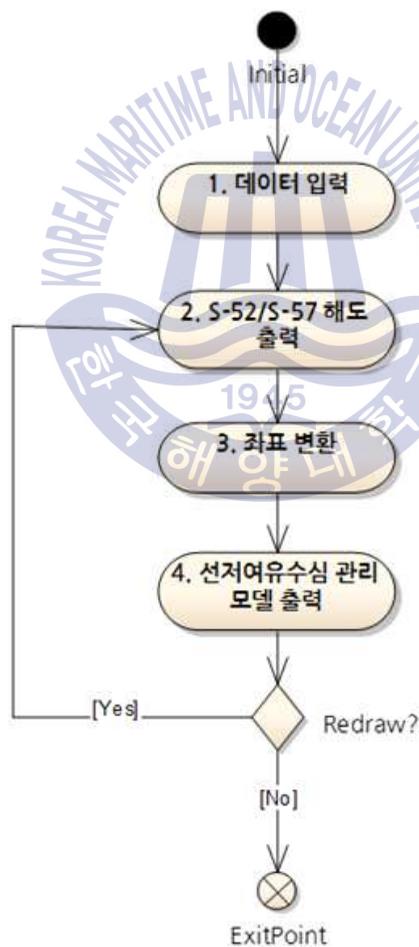


Fig. 4.2 Flow chart diagram of S129Viewer

데이터 입력과정에서는 선저여유수심관리 데이터, 드로잉 명령집합, 묘화 라이브러리 요소를 입력한다. 선저여유수심관리 모델에서 해당 문서들은 XML 기반의 문서들로 작성되며 XML 데이터 파싱 기술이 필요하다. S129Viewer에서는 XML 처리를 위해 firstobject.com의 CMarkup 클래스를 사용하였다. CMarkup은 C++ 기반 오픈소스로 XML 문서에 대한 입출력 함수를 제공한다. XML 문서의 엘리먼트 이름이나 속성 이름으로 데이터를 탐색할 수 있으며 CString 형태로 값을 반환한다(firstobject, 2014).

드로잉 명령집합은 입력 후 우선순위를 나타내는 drawingPriority 속성의 값이 낮은 순으로 정렬된다. 이는 우선순위가 낮은 피처를 먼저 출력하고 우선순위가 높은 피처를 나중에 출력하여 여러 피처가 같은 공간에 그려질 때 우선순위가 높은 피처가 상위에 나타나기 위해서이다.

데이터 입력 후 S-52/S-57 해도가 그려지며 S-52/S-57 해도 위에 선저여유수심관리 모델의 피처들이 그려진다. 선저여유수심관리 모델의 피처들이 S-52/S-57 해도위에 그려지기 위해서 좌표의 변환이 필요하다. 위도, 경도로 표현된 선저여유수심관리 데이터의 좌표값들은 S-52/S-57 전자해도시스템에서 사용하는 좌표체계에 맞춰 값이 변환된다.

선저여유수심관리 모델의 출력과정에는 앞서 입력한 선저여유수심관리 데이터, 드로잉 명령집합, 묘화 라이브러리의 데이터들이 사용된다. Fig. 4.3은 S129Viewer의 클래스 다이어그램이다. Fig. 4.3의 UnderKeelClearancePlan 클래스는 선저여유수심관리 데이터를 입력하기 위한 클래스로 선저여유수심관리 프로젝트팀의 데이터 모델(Fig. 2.4)의 구조를 따른다. S129\_DrawingInstruction 클래스는 드로잉 명령집합의 데이터를 입력하며 전자해도에 피처를 그리는 함수를 갖는다. colorProfiles 클래스는 색상정보에 대한 데이터를 다루며 S-57 ENC 클래스는 S-52/S-57 기반 전자해도 표출과 관련된 속성과 함수들을 갖는다.

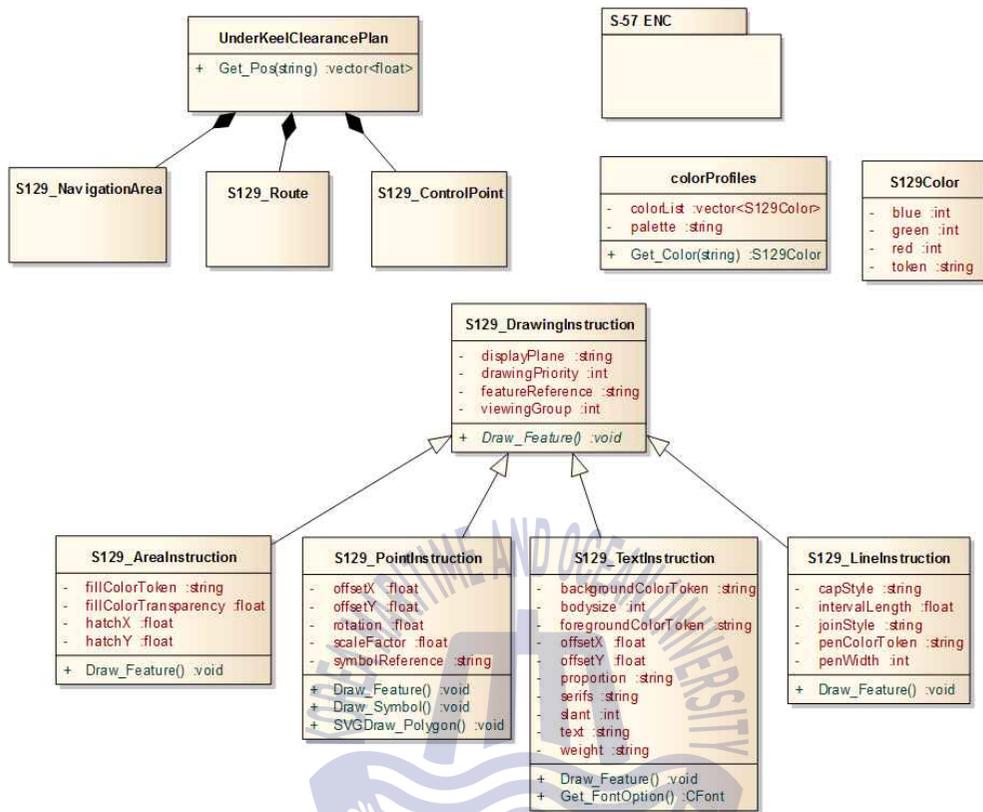


Fig. 4.3 Class diagram of S129Viewer

Fig. 4.4는 S129Viewer의 시퀀스 다이어그램으로 각 문서의 데이터들이 교환되는 과정을 보여준다. Fig. 4.4의 S129\_DrawingInstruction, UnderKeelClearancePlan, ColorProfile 클래스는 각각 드로잉 명령 집합, 선저여유수심관리 데이터, ColorProfiles(묘화 라이브러리)의 데이터가 입력된 클래스이다. 피처를 그리는 함수는 S129\_DrawingInstruction 클래스에 포함되어 있다. S129\_DrawingInstruction 클래스는 출력할 피처의 좌표값을 얻기 위해 UnderKeelClearancePlan 클래스로 피처 참조값을 전달한다. UnderKeelClearancePlan 클래스는 피처 데이터 중 ID값과 피처 참조값이 동일한 피처의 좌표를 전달한다. 드로잉 명령의 엘리먼트 중 색상을 사용하는 엘리먼트가 있을 시 색상의 토큰값을 ColorProfile 클래스로 전달하며 ColorProfile 클래스에서는 토큰값에 따른 색상

데이터를 반환한다. 결과적으로 S129\_DrawingInstruction 클래스는 피처를 그리기 위한 드로잉 명령 데이터, 좌표값, 색상값을 모두 갖게 되며 Draw\_Feature() 함수로 S-52/S-57 기반 해도 위에 피처를 출력한다.

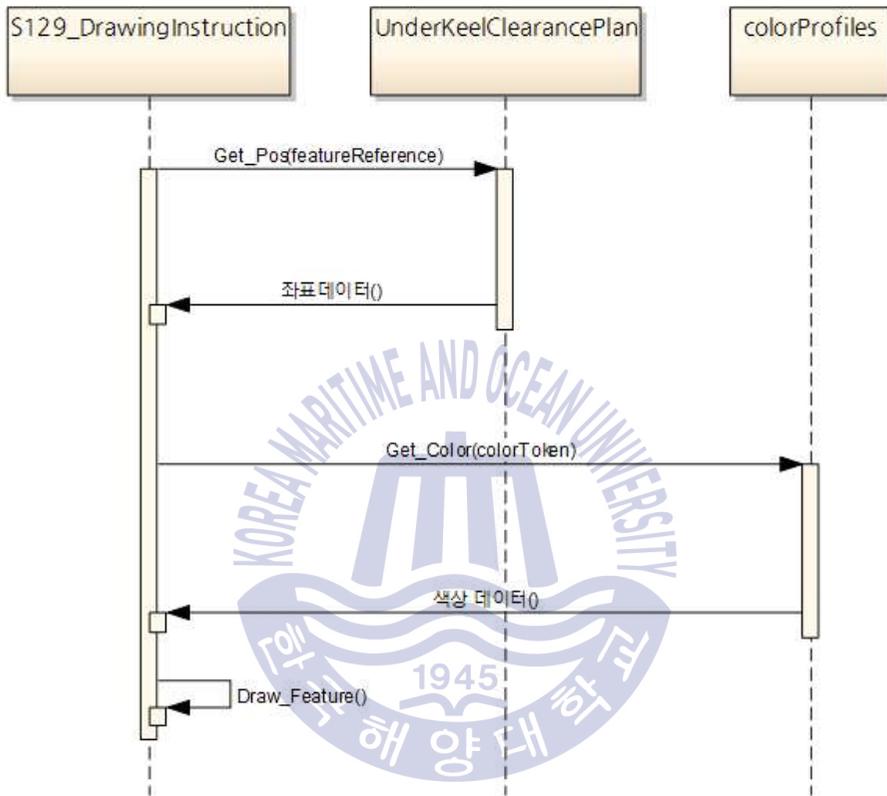


Fig. 4.4 Sequence diagram of S129Viewer

Fig. 4.2의 Redraw는 해도의 확대나 축소 혹은 화면 중심이 이동할 때 발생한다. 해당 경우는 화면에 표현되는 범위나 피처들이 달라지기 때문에 해도 데이터와 선저여유수심관리 데이터가 다시 그려진다.

### 4.3 실험 및 결과

본 절에서는 S129Viewer의 테스트와 테스트 결과를 설명한다. 테스트에 사용된 데이터셋과 드로잉 명령 집합은 부록으로 남긴다. S129Viewer의 테스트 및 구현 환경은 Table 4.1과 같다.

Table 4.1 System configuration

구성	내용
운영체제	Windows 10 Education 64bit
CPU	Intel Core i5-6400 CPU 2.70GHz
RAM	8GB
개발 도구	VisualStudio 2015 MFC
렌더링 라이브러리	GDI, GDI+

Fig. 4.5와 Fig. 4.6은 S129Viewer의 실행화면을 나타낸다. 테스트 시나리오는 부산항에서 출발하여 조도 방향으로 운항하는 선박의 경로에 맞춰 선저여유수심관리 데이터를 제공하는 것이다. 테스트 데이터는 선저여유수심관리 모델의 피쳐(S129\_Route, UnderKeelClearanceControlPoint, UnderKeelClearanceControlPointInformationBox, UnderKeelClearanceNonNavigableArea)를 모두 나타낼 수 있도록 자체적으로 설정하였으며 실제 선저여유수심이 반영된 값은 아니다.

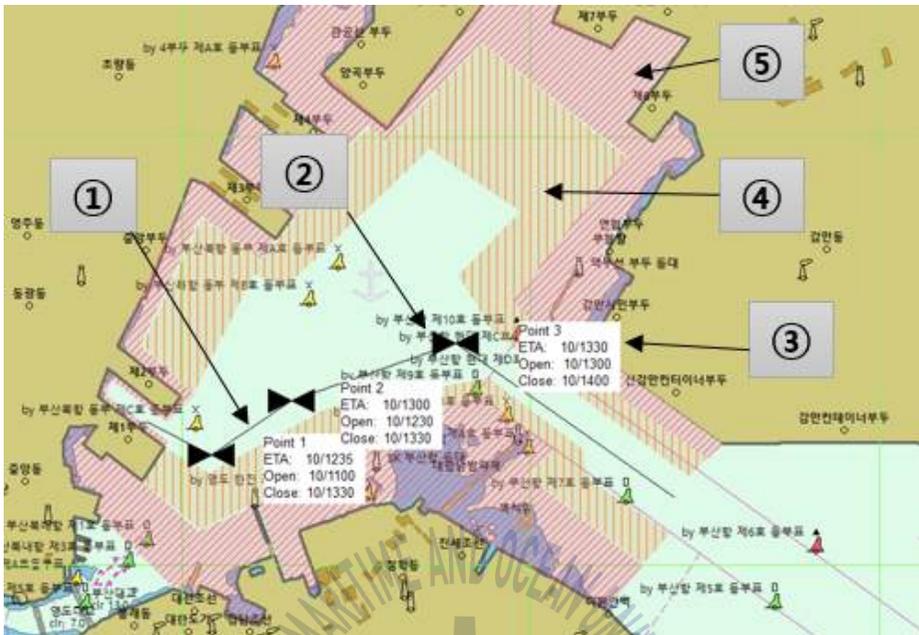


Fig. 4.5 Display result (scenario 1)



Fig. 4.6 Display result (scenario 2)

Fig. 4.5의 ①은 S129\_Route 피처가 표출된 결과로 검정색 선으로 표시한다. ②와 ③은 각각 UnderKeelClearanceControlPoint 피처와 UnderKeelClearanceControlPointInformationBox 피처가 표출된 결과이다. 검정색 나비넥타이 모양의 심볼과 관련된 정보를 가진 텍스트로 표현되었다. 텍스트는 offset이 적용되어 심볼에서 일정 간격 떨어진 위치를 갖는다. ④와 ⑤는 UnderKeelClearanceNonNavigableArea 피처의 AlmostNoGoArea와 NoGoArea를 나타낸다. 해당 영역은 투명도가 적용된 주황과 빨강의 색으로 각각 채워졌으며 그 위에 사선 형태의 패턴이 표시된다. Fig. 4.5의 결과를 통하여 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 정의한 데이터 모델의 피처들에 대한 데이터가 드로잉 명령집합에 따라 성공적으로 표현되었음을 확인할 수 있다. Table 4.2는 드로잉 명령 속성들의 반영 결과를 나타낸다.

실험을 통하여 선저여유수심관리 모델 표출시 문제점과 이슈사항을 발견하였다. Fig. 4.6은 시나리오에 따라 출력이 성공적으로 이루어졌음에도 문제가 발생하는 사례를 보여준다. Fig. 4.5의 경로대로 선박이 운항하던 중 Point 3을 지나게 되면 다음 진행 구역에 대한 정보 갱신이 필요하다. 선저여유수심관리 데이터와 드로잉 명령집합이 새로 입력되며 Fig. 4.6은 새로운 데이터 입력에 따른 출력결과를 나타낸다. Fig. 4.6의 ①은 텍스트 표현에 대한 문제점을 보여준다. Point 5의 텍스트와 배경이 Point 4의 텍스트를 가리게 되는 상황이 발생한다. 뿐만 아니라 Point 5의 지점을 나타내는 기호가 Point 4의 텍스트에 가려져 화면에 보이지 않고 있다. Fig. 4.6에 사용된 테스트 데이터는 의도적으로 이러한 상황을 나타내기 위해 설정되었으나 테스트 데이터가 아닌 실제 선저여유수심 데이터를 사용할 경우에도 이러한 문제점이 나타날 수 있다.

**Table 4.2** Implementation result for drawing instructions

피처	드로잉 속성	구현결과	비고
UnderKeel Clearance Control Point	symbolreference	반영	
	rotation	반영	
	rotationCRS	반영	CRS 체계 중 portrayalCRS 적용
	scaleFactor	반영	
	offset	반영	
UnderKeel Clearance ControlPoint InformationBox	text	반영	
	bodysize	반영	
	serifs	반영	
	weight	반영	
	slant	반영	
	proportion	반영	
	foreground	반영	
	background	반영	
	offset	반영	
rotation	반영		
UnderKeel Clearance NonNavigable Area	color	반영	
	direction	반영	S-129 시나리오의 두가지 빗금 방향 반영
	distance	반영	GDI+ 기본값 적용
	offset	반영	
	capStyle	반영	
	joinStyle	반영	
	color	반영	
S129_Route	offset	반영	
	capStyle	반영	
	joinStyle	반영	
	intervalLength	반영	
	color	반영	

실험과정에서 발견된 문제점과 이슈사항들을 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 향후 결정해야한다. 그 내용을 정리하면 Table 4.3과 같다.

**Table 4.3** Issues to suggest to project team

구분	이슈
데이터 모델	선저여유수심관리 프로젝트팀의 데이터 모델 중 UnderKeelClearancePlan 피처는 메타로 실제 전자해도 상에 표출되지 않는다. 때문에 좌표값을 지니는 geometry 속성은 불필요함
단위	표출 시나리오를 검토하고 정확한 수치들을 정의할 때 드로잉 명령집합의 속성에 따른 단위 차이를 고려해야 함
텍스트	텍스트와 텍스트 배경이 전자해도상의 다른 피처들을 가리는 문제점이 발생하였으며 관련 대책이 필요함
	텍스트 배경의 테두리를 나타낼 수 있는 드로잉 명령 속성이 없어 전자해도에 표출하지 못함
	UnderKeelClearanceControlPointInformationBox 피처는 offset 속성을 활용하여 위치를 지정해주는 것이 효율적임

## 제 5 장 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 선저여유수심관리 프로젝트팀에서 정의한 데이터 모델을 전자해도에 표출하는 과정을 연구하였다. 이를 위해 S-100 표준의 묘화 단계를 분석하고 관련 기술을 파악하였다. 묘화 단계에 따라 데이터셋, 묘화 라이브러리, 드로잉 명령집합 및 관련 문서들을 생성하였으며 전자해도 상에 표출하기 위한 소프트웨어 모듈을 구현하고 테스트하였다.

선저여유수심관리 프로젝트팀은 제품사양 개발을 위해 향후 데이터 모델의 묘화에 대한 작업을 진행할 예정이다. 본 논문은 프로젝트팀이 수행할 작업에 대한 사전연구로서 의의를 갖는다. 현재 선저여유수심관리 프로젝트팀에서는 표출 시나리오를 정의했지만 관련된 정확한 수치들은 정해지지 않은 상황이다. 연구 산출물인 데이터셋, 드로잉 명령집합 등의 구조나 작성 방법에 따라 정확한 수치들을 정의하고 결과 문서를 도출할 수 있으며 실험과정에서 발견된 이슈들에 대한 결정을 내릴 수 있다. 선저여유수심관리 모델을 S-52/S-57 기반의 전자해도에 표출하기 위한 소프트웨어 모듈인 S129Viewer의 경우 표출 시나리오를 검토하고 테스트하는 과정에 기여할 수 있다. 본 논문의 연구 결과들은 S-100 워킹그룹에 보고될 예정이며 향후 다른 제품사양 개발팀의 연구에도 도움이 될 수 있다.

향후 연구로 실제 선저여유수심관리 데이터를 사용한 표출 테스트가 진행되어야 한다. 또한 S129Viewer의 보완작업과 함께 실제 테스트를 위한 처리 속도, 데이터 교환에 대한 연구가 필요하다.

## 감사의 글

학부과정부터 석사과정까지 소프트웨어 연구실에서 많은 것들을 배우고 경험 하였습니다. 많은 가르침과 지도를 해주신 이서정 교수님께 감사의 말씀을 드립니다. 바쁘신 와중에도 논문지도에 신경을 써주신 박휴찬 교수님, 이장세 교수님께 감사의 말씀을 드립니다.

논문을 작성하는 동안 많은 분들이 도움을 주셨고 덕분에 논문 작성에 큰 도움이 되었습니다. S-52/S-57 전자해도 뷰어를 제공해주시고 도움을 주신 유강주 박사님, S-100 표준에 대해 전반적으로 많은 조언을 해준 김지산님, 선저여유수 심관리에 대한 전반적인 이해에 큰 도움을 준 연구실 김효승님 모두 감사드립니다.

학부생활부터 대학원생활까지 항상 신경을 써주신 강군호 조교님, 김경언 조교님께도 감사의 말씀을 드립니다.

같은 연구실에서 학부과정, 석사과정을 함께 지낸 정지은님, 심호용님, 임상우님과 석사과정동안 학교생활을 함께한 김동준님, 이승환님, 노경목님, 천민아님, 조민기님, 한소연님께도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 사랑하는 부모님과 동생 재호에게 항상 믿어주고 응원해줘서 큰 힘이 되었고 정말 감사하다는 말을 전하고 싶습니다.

## 참고문헌

- AMSA, 2016. Fact Sheet - Under Keel Clearance Management System
- IHO, 2015. HSSC7-05.1D Development of an S-100-Based Product Specification for Under Keel Clearance Management Information
- IHO, 2016. List Of S-100 Based Product Specifications
- IHO, 2017a. S-100 - Universal Hydrographic Data Model Edition 3.0.0
- IHO, 2017b. Draft Report of a UKCM S-129 workshop [Online] (Updated 28 August 2017) Available at: [https://www.iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/S-100WG/UKCMPT/UKCMPT.htm](https://www.iho.int/mtg_docs/com_wg/S-100WG/UKCMPT/UKCMPT.htm)
- IMO, 2008. ANNEX 20 Strategy For The Development AND Implementation Of e-Navigation, MSC 85/26/Add.1
- MONALISA 2.0, 2016a. Architecture for STM in EMSN and STM Data format for Route Exchange
- MONALISA 2.0, 2016b. STM Voyage exchange format and architecture
- OGC, 2007. OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Standard
- W3C, 2011, Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 (Second Edition)
- 김효승, 문창호, 이서정, 2017a. S-100 표준 기반 해양 사고 데이터 모델 설계. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 18(4), pp.769-775.

김효승, 문성미, 이서정, 2017b. 선저여유수심관리를 위한 S-100 기반 제품사양 개발. 한국항해항만학회, 2017년도 한국해양과학기술협의회 춘계공동학술대회.

박근홍, 2015. S-101 표준 기반의 전자해도 묘화엔진 설계 및 구현. 석사학위논문, 부산: 동서대학교.

박요한, 2014. 하보니 XML: 처음 사용자를 위한 초급 XML 자습서. 유페이퍼.

윤청, 2014. 이해하기 쉬운 소프트웨어 공학. 개정판. 생능출판사.

이희용, 2010, 표준기술동향 차세대 전자해도 표준과 국제 동향. TTA Journal, No.131, pp.89-96.



## 부록 A 선저여유수심관리 테스트 데이터

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<Dataset xsi:schemaLocation="http://tempuri.org/XMLSchema.xsd S129_ApplicationSchema.xsd"
xmlns="http://tempuri.org/XMLSchema.xsd"
xmlns:S100="http://www.ihp.int/s100gml/1.0"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">

<UnderKeelClearancePlan gml:id="UKCPLAN-1">
<generationTime>2017-08-10T12:00:00</generationTime>
<vesselId>vesselId</vesselId>
<sourceRouteName>sourceRouteName</sourceRouteName>
<sourceRouteVersion>1.0</sourceRouteVersion>
<geometry></geometry>
<maximumDraught>1.0</maximumDraught>
<scaleMinimum>0</scaleMinimum>
<validTimeStart>2017-11-10T10:00:00</validTimeStart>
<validTimeEnd>2017-11-10T14:00:00</validTimeEnd>
<ukcPurpose>prePlan</ukcPurpose>
<typeOfCalculation>timeWindow</typeOfCalculation>

<S129_Route gml:id="route1">
<geomerty>
<S100:Curve gml:id="curvel">
<gml:segments>
<gml:LineStringSegment>
<gml:posList>129.042597 35.104676 129.046210 35.103102 129.050698 35.105629 129.059906 35.108252
129.072158 35.101211</gml:posList>
</gml:LineStringSegment>
</gml:segments>
</S100:Curve>
</geomerty>
</S129_Route>

<S129_NavigationArea gml:id="area1">
<UnderKeelClearanceNonNavigableArea gml:id="nna1">
<geometry>
<S100:Surface gml:id="su1">
<gml:patches>
<gml:PolygonPatch>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing>
<gml:posList>129.070396 35.098158 129.063885 35.102196 129.065401 35.103291 129.061030 35.105820
129.053924 35.103996 129.048750 35.100955 129.045539 35.099690 129.042327 35.101928 129.043636
35.103437 129.046103 35.102269 129.052615 35.105261 129.061773 35.106696 129.067036 35.103388
129.067274 35.102026 129.071913 35.099544 129.070396 35.098085</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:PolygonPatch>
</gml:patches>
</S100:Surface>
</geometry>
<scaleMinimum>1</scaleMinimum>
<distanceAboveUKCLimit_m>1</distanceAboveUKCLimit_m>
</UnderKeelClearanceNonNavigableArea>

```

```

<UnderKeelClearanceNonNavigableArea gml:id="nna2">
<geometry>
<S100:Surface gml:id="su2">
<gml:patches>
<gml:PolygonPatch>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing>
<gml:posList>129.073998 35.102958 129.065422 35.107896 129.063216 35.110212 129.069460 35.116750
129.061384 35.121926 129.056139 35.117499 129.055098 35.118112 129.053683 35.117057 129.052767
35.116069 129.050852 35.114026 129.049062 35.112119 129.045690 35.113958 129.042319 35.108135
129.045233 35.105955 129.048604 35.111370 129.050353 35.110757 129.058429 35.117125 129.063507
35.114230 129.060052 35.111336 129.061967 35.108782 129.072915 35.102141 129.073956
35.102924</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:PolygonPatch>
</gml:patches>
</S100:Surface>
</geometry>
<scaleMinimum>1</scaleMinimum>
<distanceAboveUKCLimit_m>1</distanceAboveUKCLimit_m>
</UnderKeelClearanceNonNavigableArea>

<UnderKeelClearanceNonNavigableArea gml:id="nna3">
<geometry>
<S100:Surface gml:id="su3">
<gml:patches>
<gml:PolygonPatch>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing>
<gml:posList>129.042217 35.101949 129.040242 35.103165 129.040009 35.102905 129.038968 35.103582
129.039711 35.104416 129.038203 35.104330 129.037842 35.103582 129.037906 35.102696 129.038246
35.102575 129.038437 35.101723 129.039881 35.101289 129.039669 35.100507 129.043959 35.097118
129.045233 35.096736 129.045531 35.097101 129.047081 35.096545 129.046975 35.095867 129.048844
35.095467 129.049205 35.096058 129.047973 35.096580 129.047612 35.097257 129.047846 35.097987
129.049524 35.098526 129.048504 35.100767 129.045488 35.099638 129.042260 35.101949</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:PolygonPatch>
</gml:patches>
</S100:Surface>
</geometry>
<scaleMinimum>0</scaleMinimum>
<distanceAboveUKCLimit_m>1</distanceAboveUKCLimit_m>
</UnderKeelClearanceNonNavigableArea>

<UnderKeelClearanceNonNavigableArea gml:id="nna4">
<geometry>
<S100:Surface gml:id="su4">
<gml:patches>
<gml:PolygonPatch>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing>
<gml:posList>129.048818 35.100815 129.050334 35.097482 129.051316 35.097628 129.051762 35.096777
129.052297 35.096923 129.051107 35.099647 129.056281 35.101083 129.056757 35.100596 129.057768
35.101204 129.058154 35.101058 129.057738 35.100742 129.058154 35.100523 129.058363 35.100620
129.068353 35.096022 129.070405 35.098090 129.063863 35.102177 129.065439 35.103321 129.061009
35.105802 129.053902 35.103977 129.048758 35.100912</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:PolygonPatch>
</gml:patches>
</S100:Surface>
</geometry>
<scaleMinimum>0</scaleMinimum>
<distanceAboveUKCLimit_m>1</distanceAboveUKCLimit_m>
</UnderKeelClearanceNonNavigableArea>

```

```

<UnderKeelClearanceNonNavigableArea gml:id="nna5">
<geometry>
<S100:Surface gml:id="su5">
<gml:patches>
<gml:PolygonPatch>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing>
<gml:posList>129.074889 35.103578 129.067313 35.108175 129.069852 35.111308 129.068187 35.112330
129.069394 35.114101 129.069811 35.113828 129.071642 35.116110 129.072059 35.115769 129.073682
35.116825 129.073099 35.118119 129.072267 35.118732 129.070893 35.117438 129.069561 35.118425
129.072933 35.122137 129.069894 35.123158 129.068645 35.121830 129.065440 35.123056 129.066564
35.125167 129.065806 35.129259 129.064291 35.129307 129.064815 35.127210 129.056073 35.118200
129.052460 35.120632 129.055258 35.122967 129.055316 35.125160 129.054733 35.125732 129.052577
35.125780 129.052518 35.125303 129.052751 35.125017 129.049954 35.123396 129.048672 35.120918
129.050420 35.119583 129.050187 35.119297 129.053684 35.117104 129.055024 35.118153 129.056073
35.117485 129.061377 35.121966 129.069478 35.116818 129.063184 35.110191 129.065456 35.107903
129.074023 35.102944 129.074839 35.103564</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:PolygonPatch>
</gml:patches>
</S100:Surface>
</geometry>
<scaleMinimum>0</scaleMinimum>
<distanceAboveUKCLimit_m>0</distanceAboveUKCLimit_m>
</UnderKeelClearanceNonNavigableArea>

<UnderKeelClearanceNonNavigableArea gml:id="nna6">
<geometry>
<S100:Surface gml:id="su6">
<gml:patches>
<gml:PolygonPatch>
<gml:exterior>
<gml:LinearRing>
<gml:posList>129.052662 35.115951 129.047916 35.118913 129.046709 35.116632 129.050788 35.113976
129.049789 35.112988 129.046001 35.115542 129.045169 35.115678 129.040964 35.108153 129.044503
35.105735 129.043753 35.105020 129.040381 35.106995 129.039798 35.105871 129.043587 35.103453
129.043760 35.103752 129.040234 35.105872 129.040574 35.106584 129.043760 35.104621 129.045247
35.105924 129.042201 35.108148 129.045644 35.114068 129.048974 35.112127 129.049766
35.112944</gml:posList>
</gml:LinearRing>
</gml:exterior>
</gml:PolygonPatch>
</gml:patches>
</S100:Surface>
</geometry>
<scaleMinimum>0</scaleMinimum>
<distanceAboveUKCLimit_m>1</distanceAboveUKCLimit_m>
</UnderKeelClearanceNonNavigableArea>
</S129_NavigationArea>

<S129_ControlPoint gml:id="cpoint1">
<UnderKeelClearanceControlPoint gml:id="cp1">
<geometry>
<S100:Point gml:id="point1">
<gml:pos>129.046210 35.103102</gml:pos>
</S100:Point>
</geometry>
<timeWindowPass>
<TimeStart>2017-11-10T11:00:00</TimeStart>
<TimeEnd>2017-11-10T13:30:00</TimeEnd>
</timeWindowPass>
<expectedPassingTime>2017-11-10T12:35:00</expectedPassingTime>
<expectedPassingSpeed>50</expectedPassingSpeed>
</UnderKeelClearanceControlPoint>

<UnderKeelClearanceControlPoint gml:id="cp2">
<geometry>
<S100:Point gml:id="point2">
<gml:pos>129.050698 35.105629</gml:pos>

```

```

</S100:Point>
</geometry>
<timeWindowPass>
<TimeStart>2017-11-10T12:30:00</TimeStart>
<TimeEnd>2017-11-10T13:30:00</TimeEnd>
</timeWindowPass>
<expectedPassingTime>2017-11-10T13:00:00</expectedPassingTime>
<expectedPassingSpeed>50</expectedPassingSpeed>
</UnderKeelClearanceControlPoint>

<UnderKeelClearanceControlPoint gml:id="cp3">
<geometry>
<S100:Point gml:id="point3">
<gml:pos>129.059906 35.108252</gml:pos>
</S100:Point>
</geometry>
<timeWindowPass>
<TimeStart>2017-11-10T13:00:00</TimeStart>
<TimeEnd>2017-11-10T14:00:00</TimeEnd>
</timeWindowPass>
<expectedPassingTime>2017-11-10T13:30:00</expectedPassingTime>
<expectedPassingSpeed>50</expectedPassingSpeed>
</UnderKeelClearanceControlPoint>

<UnderKeelClearanceControlPointInformationBox gml:id="box1">
<name>Point 1</name>
<geometry>
<S100:Point gml:id="point4">
<gml:pos>129.047436 35.103102</gml:pos>
</S100:Point>
</geometry>
<ETA>2017-11-10T12:35:00</ETA>
<TimeWindowOpen>2017-11-10T11:00:00</TimeWindowOpen>
<TimeWindowClose>2017-08-10T13:30:00</TimeWindowClose>
</UnderKeelClearanceControlPointInformationBox>

<UnderKeelClearanceControlPointInformationBox gml:id="box2">
<name>Point 2</name>
<geometry>
<S100:Point gml:id="point5">
<gml:pos>129.051747 35.105629</gml:pos>
</S100:Point>
</geometry>
<ETA>2017-11-10T13:00:00</ETA>
<TimeWindowOpen>2017-11-10T12:30:00</TimeWindowOpen>
<TimeWindowClose>2017-11-10T13:30:00</TimeWindowClose>
</UnderKeelClearanceControlPointInformationBox>

<UnderKeelClearanceControlPointInformationBox gml:id="box3">
<name>Point 3</name>
<geometry>
<S100:Point gml:id="point6">
<gml:pos>129.061673 35.108252</gml:pos>
</S100:Point>
</geometry>
<ETA>2017-11-10T13:30:00</ETA>
<TimeWindowOpen>2017-11-10T13:00:00</TimeWindowOpen>
<TimeWindowClose>2017-11-10T14:00:00</TimeWindowClose>
</UnderKeelClearanceControlPointInformationBox>

</S129_ControlPoint>

</UnderKeelClearancePlan>
</Dataset>

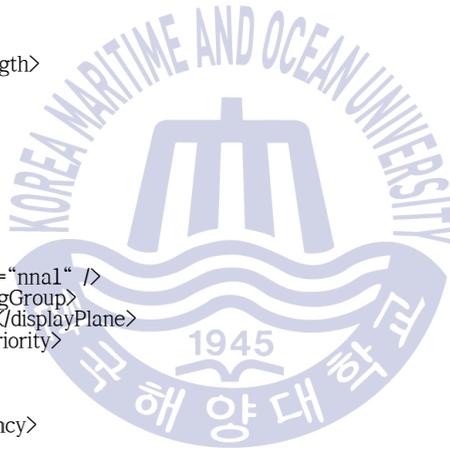
```

## 부록 B 선저여유수심관리 테스트 드로잉 명령 집합

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<displayList xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="S100Presentation.xsd">
<lineInstruction>
<featureReference reference="route1" />
<viewingGroup>35000</viewingGroup>
<displayPlane>UNDARRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>5</drawingPriority>
<lineStyle>
<offset>1</offset>
<capStyle>butt</capStyle>
<joinStyle>miter</joinStyle>
<intervalLength></intervalLength>
<pen width="1">
<color>
<token>ROUBL</token>
<transparency>1</transparency>
</color>
</pen>
</lineStyle>
</lineInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna1" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>3</drawingPriority>
<colorFill>
<color>
<token>NAORG</token>
<transparency>0.2</transparency>
</color>
</colorFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna1" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>4</drawingPriority>
<hatchFill>
<hatch>
<direction>
<vector>
<x>0</x>
<y>1</y>
</vector>
</direction>
<distance>1</distance>
<lineStyle>
<offset>0</offset>
<capStyle>butt</capStyle>
<joinStyle>miter</joinStyle>
<pen width="1">
<color>
<token>NAORG</token>
<transparency></transparency>

```



```

</color>
</pen>
</lineStyle>
</hatch>
</hatchFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna2" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>3</drawingPriority>
<colorFill>
<color>
<token>NAORG</token>
<transparency>0.2</transparency>
</color>
</colorFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna2" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>4</drawingPriority>
<hatchFill>
<hatch>
<direction>
<vector>
<x>0</x>
<y>1</y>
</vector>
</direction>
<distance>1</distance>
<lineStyle>
<offset>0</offset>
<capStyle>butt</capStyle>
<joinStyle>miter</joinStyle>
<pen width="1">
<color>
<token>NAORG</token>
<transparency></transparency>
</color>
</pen>
</lineStyle>
</hatch>
</hatchFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna3" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>3</drawingPriority>
<colorFill>
<color>
<token>NARED</token>
<transparency>0.2</transparency>
</color>
</colorFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna3" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>4</drawingPriority>
<hatchFill>
<hatch>
<direction>
<vector>
<x>1</x>
<y>-1</y>
</vector>

```



```

</direction>
<distance>1</distance>
<lineStyle>
<offset>0</offset>
<capStyle>butt</capStyle>
<joinStyle>miter</joinStyle>
<pen width="1">
<color>
<token>NARED</token>
<transparency></transparency>
</color>
</pen>
</lineStyle>
</hatch>
</hatchFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna4" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>3</drawingPriority>
<colorFill>
<color>
<token>NARED</token>
<transparency>0.2</transparency>
</color>
</colorFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna4" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>4</drawingPriority>
<hatchFill>
<hatch>
<direction>
<vector>
<x>1</x>
<y>-1</y>
</vector>
</direction>
<distance>1</distance>
<lineStyle>
<offset>0</offset>
<capStyle>butt</capStyle>
<joinStyle>miter</joinStyle>
<pen width="1">
<color>
<token>NARED</token>
<transparency></transparency>
</color>
</pen>
</lineStyle>
</hatch>
</hatchFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna5" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>3</drawingPriority>
<colorFill>
<color>
<token>NARED</token>
<transparency>0.2</transparency>
</color>
</colorFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna5" />

```



```

<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>4</drawingPriority>
<hatchFill>
<hatch>
<direction>
<vector>
<x>1</x>
<y>-1</y>
</vector>
</direction>
<distance>1</distance>
<lineStyle>
<offset>0</offset>
<capStyle>butt</capStyle>
<joinStyle>miter</joinStyle>
<pen width="1">
<color>
<token>NARED</token>
<transparency></transparency>
</color>
</pen>
</lineStyle>
</hatch>
</hatchFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna6" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>3</drawingPriority>
<colorFill>
<color>
<token>NARED</token>
<transparency>0.2</transparency>
</color>
</colorFill>
</areaInstruction>
<areaInstruction>
<featureReference reference="nna6" />
<viewingGroup>33022</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>4</drawingPriority>
<hatchFill>
<hatch>
<direction>
<vector>
<x>1</x>
<y>-1</y>
</vector>
</direction>
<distance>1</distance>
<lineStyle>
<offset>0</offset>
<capStyle>butt</capStyle>
<joinStyle>miter</joinStyle>
<pen width="1">
<color>
<token>NARED</token>
<transparency></transparency>
</color>
</pen>
</lineStyle>
</hatch>
</hatchFill>
</areaInstruction>
<pointInstruction>
<featureReference reference="cp1" />
<viewingGroup>33021</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>

```



```

<drawingPriority>6</drawingPriority>
<symbol>
<symbolReference>CONTROL01</symbolReference>
<rotation>0</rotation>
<rotationCRS>portrayalCRS</rotationCRS>
<scaleFactor>1</scaleFactor>
<offset>
<x>0</x>
<y>0</y>
</offset>
</symbol>
</pointInstruction>
<pointInstruction>
<featureReference reference="cp2" />
<viewingGroup>33021</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>6</drawingPriority>
<symbol>
<symbolReference>CONTROL01</symbolReference>
<rotation>0</rotation>
<rotationCRS>portrayalCRS</rotationCRS>
<scaleFactor>1</scaleFactor>
<offset>
<x>0</x>
<y>0</y>
</offset>
</symbol>
</pointInstruction>
<pointInstruction>
<featureReference reference="cp3" />
<viewingGroup>33021</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>6</drawingPriority>
<symbol>
<symbolReference>CONTROL01</symbolReference>
<rotation>0</rotation>
<rotationCRS>portrayalCRS</rotationCRS>
<scaleFactor>1</scaleFactor>
<offset>
<x>0</x>
<y>0</y>
</offset>
</symbol>
</pointInstruction>
<textInstruction>
<featureReference reference="box1" />
<viewingGroup>33021</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>8</drawingPriority>
<textPoint verticalAlignment="Top" horizontalAlignment="Start">
<element>
<text>Point 1
ETA: 10/1235
Open: 10/1100
Close: 10/1330</text>
<bodySize>10</bodySize>
<fontCharacteristics>
<serifs>0</serifs>
<weight>Light</weight>
<slant>Upright</slant>
<proportion>MonoSpaced</proportion>
</fontCharacteristics>
<foreground>
<token>BOXBL</token>
<transparency>1</transparency>
</foreground>
<background>
<token>BOXWH</token>
<transparency>1</transparency>
</background>

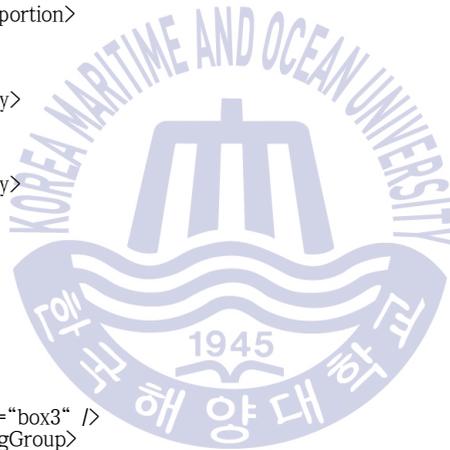
```



```

</element>
<offset>
<x>30</x>
<y>20</y>
</offset>
<rotation>0</rotation>
</textPoint>
</textInstruction>
<textInstruction>
<featureReference reference="box2" />
<viewingGroup>33021</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>8</drawingPriority>
<textPoint verticalAlignment="Top" horizontalAlignment="Start">
<element>
<text>Point 2
ETA: 10/1300
Open: 10/1230
Close: 10/1330</text>
<bodySize>10</bodySize>
<fontCharacteristics>
<serifs>0</serifs>
<weight>Light</weight>
<slant>Upright</slant>
<proportion>MonoSpaced</proportion>
</fontCharacteristics>
<foreground>
<token>BOXBL</token>
<transparency>1</transparency>
</foreground>
<background>
<token>BOXWH</token>
<transparency>1</transparency>
</background>
</element>
<offset>
<x>30</x>
<y>20</y>
</offset>
<rotation>0</rotation>
</textPoint>
</textInstruction>
<textInstruction>
<featureReference reference="box3" />
<viewingGroup>33021</viewingGroup>
<displayPlane>UNDERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>8</drawingPriority>
<textPoint verticalAlignment="Top" horizontalAlignment="Start">
<element>
<text>Point 3
ETA: 10/1330
Open: 10/1300
Close: 10/1400</text>
<bodySize>10</bodySize>
<fontCharacteristics>
<serifs>0</serifs>
<weight>Light</weight>
<slant>Upright</slant>
<proportion>MonoSpaced</proportion>
</fontCharacteristics>
<foreground>
<token>BOXBL</token>
<transparency>1</transparency>
</foreground>
<background>
<token>BOXWH</token>
<transparency>1</transparency>
</background>
</element>
</offset>

```



```
<x>30</x>  
<y>20</y>  
</offset>  
<rotation>0</rotation>  
</textPoint>  
</textInstruction>  
</displayList>
```

